



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RF 141501

APLIKASI METODE *SPECTRAL DECOMPOSITION* 2D PADA DATA GAYA BERAT KOTA SURABAYA

ALMIRA MAHSA
NRP 03411440000068

Dosen Pembimbing
Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1 001
Juan Pandu G.N.R. S.si.,M.T.
NIP. 198409112014041001

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



Tugas Akhir - RF 141501

APLIKASI METODE *SPECTRAL DECOMPOSITION* 2D PADA DATA GAYA BERAT KOTA SURABAYA

ALMIRA MAHSA
NRP. 3714100068

Dosen Pembimbing
Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1 001
Juan Pandu G.N.R. S.si.,M.T.
NIP. 198409112014041001

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

Undergraduate Thesis - RF 141501

2D SPECTRAL DECOMPOSITION METHOD APPLICATION ON GRAVITY DATA IN SURABAYA

ALMIRA MAHSA
NRP. 3714100068

Supervisor :
Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1 001
Juan Pandu G.N.R. S.si.,M.T.
NIP. 19840911 201404 1 001

GEOPHYSICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil, Environmental, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

APLIKASI METODE *SPECTRAL DECOMPOSITION* 2D PADA DATA GAYA BERAT KOTA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Departemen Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, 24 Juli 2018

Disetujui oleh:

.....
1. Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 1976 0123 200003 1 001

(Pembimbing I)

.....
2. Juan Pandu G.N.R. S.Si, M.T.
NIP. 1989 0612 201504 1 003

(Pembimbing II)

.....
3. Dr. Widya Utama, DEA
NIP. 1961 1024 198803 1 001

(Penguji I)

.....
4. M. Haris Miftakhul Fajar, S.T., M. Eng.
NIP. 1989 0208 201804 1 001

(Penguji II)

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Geofisika Teknik dan Lingkungan
Departemen Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya



Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si.
NIP. 19591010 198803 1 002

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "APLIKASI METODE SPECTRAL DECOMPOSITION 2D PADA DATA GAYA BERAT KOTA SURABAYA" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 30 Juli 2018



Almira Mahsa
NRP. 3714100068

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

APLIKASI METODE SPECTRAL DECOMPOSITION 2D PADA DATA GAYA BERAT KOTA SURABAYA

Nama : Almira Mahsa
NRP : 3714100068
Departemen : Teknik Geofisika
Pembimbing : Dr. Dwa Desa Warnana
Juan Pandu G.N.R. S.Si., M.T.

ABSTRAK

Salah satu metode geofisika yang bersifat non destruktif dan dapat digunakan untuk memodelkan struktur bawah permukaan adalah metode gaya berat. Prinsip dari metode gaya berat adalah mengukur variasi perbedaan gaya berat secara lateral dari satu daerah observasi di permukaan bumi dan mengoreksinya dengan pengukuran atau harga gaya berat teoritis. Selanjutnya akan dibuat peta anomali gaya berat yang kemudian di modelkan sehingga didapatkan sebuah gambaran keadaan struktur geologi di bawah permukaan. Untuk mengurangi subjektivitas interpreter, maka dalam pemodelan data gaya berat ini dilakukan pemodelan dengan metode *Spectral Decomposition*, dimana model geometri didekati langsung dari bentukan gelombang hasil filter tiap kandungan frekuensi yang diposisikan pada suatu kedalaman dengan parameter tertentu. Penelitian ini bertujuan sebagai tahap lanjutan untuk metode *spectral decomposition* data gaya berat pada pengukuran lapangan, serta aplikasinya dalam memodelkan struktur bawah permukaan di kota Surabaya. Dalam penelitian ini digunakan data gaya berat pada 130 titik di sepanjang wilayah Surabaya dengan total luas penelitian adalah 14 km x 13 km, dan operator filter gaussian 2D dengan menggunakan beberapa parameter input sigma. Dari pengolahan data yang telah dilakukan didapatkan hasil berupa model bawah permukaan dari data gaya berat yang bersifat lebih objektif berdasarkan nilai kedalamannya.

Kata Kunci : Frekuensi, Gaya Berat, *Spectral Decomposition*

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

SPECTRAL DECOMPOSITION METHOD APPLICATION ON GRAVITY DATA IN SURABAYA

Name : Almira Mahsa
NRP : 3714100068
Departemen : Teknik Geofisika
Supervisor : Dr. Dwa Desa Warnana
Juan Pandu G.N.R. S.Si., M.T.

ABSTRACT

One of the non destructive geophysical methods that can be used in mapping subsurface geological conditions is the gravity method. This method utilizes measurable gravitational variations caused by the presence of variations of density of rock mass beneath the surface. The process of modeling gravity data using the inversion method has several deficiencies, one of which is the factor of a high degree of subjectivity of the interpreter in producing the final model. Spectral Decomposition is the process of compiling a model derived directly from certain frequency content that represents a certain depth. The use of the spectral decomposition frequency filter method to construct a direct subsurface geometry model is expected to minimize the factor of subjectivity in modeling subsurface gravity data. This method is expected to be an alternative to modeling the geometry of gravity data where the geometry model is approximated directly from the waveform of the filter results of each frequency content value positioned at a depth with certain parameters to obtain a more objective model. This research is aimed as an advanced stage for spectral decomposition method of 2D gravity data on field measurement, and its application in modeling subsurface structure in Surabaya city. In this study we used gravity data at 130 points along Surabaya with total area of research is about 14 km x 13 km and gaussian filter operator using some sigma input parameters. From the data processing that has been done, the result is a subsurface model of gravity data which is more objective based on its depth value.

Keywords : Frequency, Gravity, Spectral Decomposition

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul “APLIKASI METODE SPECTRAL DECOMPOSITION 2D PADA DATA GAYA BERAT KOTA SURABAYA” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penelitian Tugas Akhir ini meliputi penggunaan metode *Spectral Decomposition* pada data primer gaya berat serta pemodelan bentukan geometri bawah permukaan kota Surabaya. Pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Mama dan semua keluarga atas dukungan yang sangat besar selama penulis menjalani Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Dwa Desa Warnana S.Si. M.Si., Bapak Juan Pandu G.N.R. S.si.,M.T., Bapak Firman Syaifuddin Akbar, S.Si, MT., Farid H. Pradana, ST., selaku pembimbing di perguruan tinggi yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
3. Seluruh jajaran Dosen, staf, dan karyawan Departemen Teknik Geofisika ITS yang telah banyak memberikan ilmu selama penulis melakukan studi di Departemen Teknik Geofisika ITS.
4. Teman-teman mahasiswa Teknik Geofisika ITS khususnya TG3.
5. Semua pihak yang tidak dapat dituliskan satu per satu oleh penulis, terima kasih banyak atas doa dan dukungannya.

Semoga Allah membalas semua kebaikan semua pihak. Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu, saran dan kritik sangat penulis harapkan untuk memperbaiki penulisan. Akhir kata penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca serta dapat memberikan kontribusi nyata di bidang Geofisika.

Surabaya, 30 Juli 2018

Almira Mahsa
3714100068

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Geologi Daerah Penelitian	5
2.2 Metode Gaya Berat	8
2.3 Koreksi Data Gaya Berat	8
2.3.1 Koreksi Apungan.....	8
2.3.2 Koreksi Pasang Surut	9
2.3.3 Gaya berat Observasi (<i>Gobs</i>)	9
2.3.4 Koreksi lintang (Gaya Berat Normal)	10
2.3.5 Koreksi Udara Bebas (<i>Free Air Correction</i>)	10
2.3.6 Koreksi Bougeur	10
2.3.7 Koreksi Bougeur Sederhana	11
2.3.8 Koreksi Terrain	11
2.3.9 Anomali Bougeur Lengkap.....	12
2.4 Transformasi Fourier	12
2.5 Analisa Spektrum.....	13
2.6 <i>Filter</i> Frekuensi	14
2.6.1 <i>Low Pass Filter</i>	15
2.6.2 Filter Gaussian	16
2.7 Dekomposisi Spektral (<i>Spectral Decomposition</i>).....	17
BAB III . METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Skema Kerja	19
3.2 Langkah Kerja	20
3.2.1 Tahap Persiapan	20
3.2.1.1 Pembuatan Desain Survei	20
3.2.1.2 Lokasi Daerah Penelitian	20

3.1.2.3	Akuisisi Data	20
3.2	Tahap Pengolahan	21
3.2.1	Diagram Alir Tahap Spectral Decomposition	21
3.2.2	Tahap <i>Spectral Decomposition</i>	22
3.2.3	Tahap Akhir	22
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1	Realisasi Titik Pengukuran.....	23
4.2	Geologi Regional	23
4.3	Data Hasil Perhitungan	25
4.4	Anomali Bouguer Lengkap	26
4.5	Analisa Spektrum.....	27
4.6	Pemisahan Anomali Regional dan Residual	33
4.7	<i>Spectral Decomposition</i>	35
4.7.1	<i>Input Data</i>	35
4.7.2	<i>2D Fast Fourier Transform</i>	36
4.7.3	Filter Frekuensi	37
4.7.4	Transformasi Fourier Balik.....	38
4.7.5	Spectral Decomposition.....	38
4.7.6	Perhitungan Nilai Kedalaman	42
4.7.7	Peta Profil Gaya Berat	43
4.7.8	Normalisasi Data	44
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	49
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Geologi Kota Surabaya (Sukardi, 1992)	7
Gambar 2. 4 Proses Analisa Spektrum (Sari, I.P.,2012).....	14
Gambar 2. 5 Bentuk tanggapan sinyal LPF	16
Gambar 2. 6 Filter Gaussian.....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 4 Kerangka Konsep Penelitian Tahap Spectral Decomposition.....	21
Gambar 4. 1 Realisasi Titik Pengukuran (<i>Overlay</i> Peta Geologi Lembar Sapulu,1992).....	24
Gambar 4. 2 Anomali Bouguer Lengkap	26
Gambar 4. 5 Plot $\ln A(\text{power})$ terhadap bilangan gelombang untuk penampang AA', BB', CC', DD', EE', FF', GG', HH', II'	31
Gambar 4. 6 Anomali Bouguer Lengkap	34
Gambar 4. 7 Anomali Regional.....	34
Gambar 4. 8 Anomali Residual	35
Gambar 4. 9 Hasil data input anomali bouguer lengkap.....	36
Gambar 4. 10 <i>Filter gaussian 2D</i>	37
Gambar 4. 11 Hasil Filter Gaussian, $\sigma = 0.5$	38
Gambar 4. 12 Hasil Filter Gaussian, $\sigma = 0.7$	39
Gambar 4. 13 Hasil Filter Gaussian, $\sigma = 1$	39
Gambar 4. 14 Hasil Filter Gaussian, $\sigma = 1.5$	40
Gambar 4. 15 Hasil Filter Gaussian, $\sigma = 1.7$	40
Gambar 4. 16 Hasil Filter Gaussian, $\sigma = 2$	41
Gambar 4. 17 Penyusunan penampang gaya berat berdasar kedalaman	43
Gambar 4. 18 Normalisasi Penampang.....	44
Gambar 4. 19 Penampang Sayatan	45
Gambar 4. 20 Hasil Penampang 1-1'	46
Gambar 4. 21 Hasil Penampang 2-2	47
Gambar 4. 22 Hasil Penampang 3-3'	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Perhitungan nilai lebar jendela dan estimasi kedalaman	32
Tabel 4. 2. Nilai kedalaman	42

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Anomali gaya berat merupakan salah satu data geofisika yang memiliki domain spasial. Variasi spasial dari gayaberat tersebut disebabkan oleh heterogenitas massa di dalam bumi. (Hinze et al., 2013). Untuk memudahkan tahapan pemrosesan data gaya berat, maka anomali gaya berat yang masih dalam domain spasial perlu di transformasi kedalam bentuk domain lain. Dalam hal ini sinyal dari domain spasial (*spatial-domain*) dapat diubah atau di transformasi ke domain frekuensi sehingga dapat diperoleh sinyal berbentuk spektrum. Dengan demikian, diperlukan transformasi sinyal dari domain waktu menjadi sinyal domain frekuensi. Metode yang digunakan untuk mendapatkan spektrum sinyal getaran yang berada pada domain waktu adalah dengan menggunakan Fast Fourier Transform (FFT). Dengan menggunakan FFT dapat diperoleh informasi tentang frekuensi yang terkandung didalam suatu sinyal dan menunjukkan berapa banyak komponen frekuensi yang ada pada sinyal.

Anomali gaya berat yang telah dilakukan transformasi merupakan superposisi dari penyebab anomali dangkal yang mengandung informasi geologi permukaan daerah penelitian yang diindikasikan sebagai anomali yang berfrekuensi tinggi. Anomali regional yang mencerminkan informasi geologi batuan dasar (*basement*). Dicitrakan sebagai anomali yang berfrekuensi rendah dan biasanya digunakan untuk mendapatkan informasi geologi bawah permukaan yang sangat dalam. Untuk itu frekuensi-frekuensi tersebut harus dipisahkan berdasarkan pada rentang frekuensi dan target kedalamannya, yang kemudian dapat dilanjutkan pada tahap pemodelan. Pemodelan ini dilakukan untuk memudahkan proses interpretasi penyebab struktur bawah permukaan, beberapa penelitian menunjukkan untuk memodelkan data gaya berat dapat dilakukan melalui proses inversi baik 2D maupun 3D (Setiawan and Setiawan, 2017). Namun, perlu diketahui bahwa bentukan model yang dihasilkan melalui proses inversi memiliki ambiguitas dan subjektivitas yang tinggi meskipun telah dikontrol oleh data sekunder lainnya. Suatu anomali gaya berat dapat menghasilkan lebih dari 10.000 variasi model (Biswas, 2015).

Untuk mengurangi hal tersebut, maka dalam pemodelan data gaya berat ini dilakukan pemodelan dengan *Spectral Decomposition*. Penggunaan metode *spectral decomposition* untuk menyusun suatu model geometri bawah permukaan secara langsung diharapkan dapat meminimalkan faktor subjektivitas dalam pembuatan model bawah permukaan dari data gaya berat. Pada penelitian yang telah dilakukan

sebelumnya (Pradana, 2017) dengan pengaplikasian metode *spectral decomposition* dalam studi kasus pemodelan bentuk subduksi di bagian Timur Pulau Jawa melalui data gaya berat satelit, dengan operator filter 1D dan didapatkan hasil kecenderungan bentukan model dangkal subduksi yang sesuai dengan kecenderungan persebaran data kontrol berupa data gempa. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan untuk melengkapi penelitian sebelumnya, dengan menggunakan metode *spectral decomposition* pada data gaya berat pengukuran lapangan, dengan bantuan operator filter gaussian 2D serta aplikasinya dalam memodelkan struktur bawah permukaan pada kota Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara mendapatkan model struktur bawah permukaan pada kota Surabaya.
2. Bagaimana cara penggunaan metode *spectral decomposition* 2D pada data gaya berat.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data gayaberat yang digunakan adalah data primer, sebanyak 144 pengukuran dari lintasan pengukuran di kota Surabaya.
2. Data ketinggian yang digunakan berasal dari peta *Digital Elevation Model*.
3. Untuk proses digitasi dan kontrol geologi digunakan peta geologi tahun 1992 lembar Surabaya-Sapulu dan lembar Malang dengan skala 1:100.000.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun rumusan masalah dari dilakukannya penelitian ini adalah

- Mendapatkan nilai parameter filter yang sesuai untuk aplikasi metode Spectral Decomposition 2D pada data gaya berat kota Surabaya
- Mendapatkan model struktur bawah permukaan pada kota Surabaya.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah

- a. Mengembangkan ilmu dan pengetahuan geologi, geodesi, dan geofisika dalam pengolahan data dan interpretasi metode gayaberat.
- b. Sebagai studi struktur bawah permukaan kota Surabaya dengan pengaplikasian metode *spectral decomposition* 2D pada data gaya berat hasil pengukuran lapangan.

1.6 Sistematika Laporan

Untuk lebih memahami laporan tugas akhir ini, dilakukan pengelompokan materi menjadi beberapa Bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB I : Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang informasi umum yaitu latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, waktu dan tempat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penelitian.

2. BAB II : Dasar Teori

Bab ini berisikan teori yang diambil dari beberapa kutipan buku, yang berupa pengertian dan definisi. Bab ini juga menjelaskan konsep dasar sistem, konsep dasar informasi, konsep dasar sistem informasi, *Unified Modelling Language (UML)*, dan definisi lainnya yang berkaitan dengan sistem yang dibahas.

3. BAB III : Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan langkah dan metode yang digunakan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir. Dijelaskan mulai dari data penelitian hingga alur pengerjaan.

4. BAB I V : Analisa Data dan Pembahasan

Bab ini berisi mengenai hasil dari pengerjaan penelitian dan proses analisa. Hasil dianalisa dan dibahas secara ilmiah untuk dapat ditarik sebuah kesimpulan.

5. BAB V : Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan analisa berdasarkan yang telah diuraikan pada Bab sebelumnya.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Daerah Penelitian

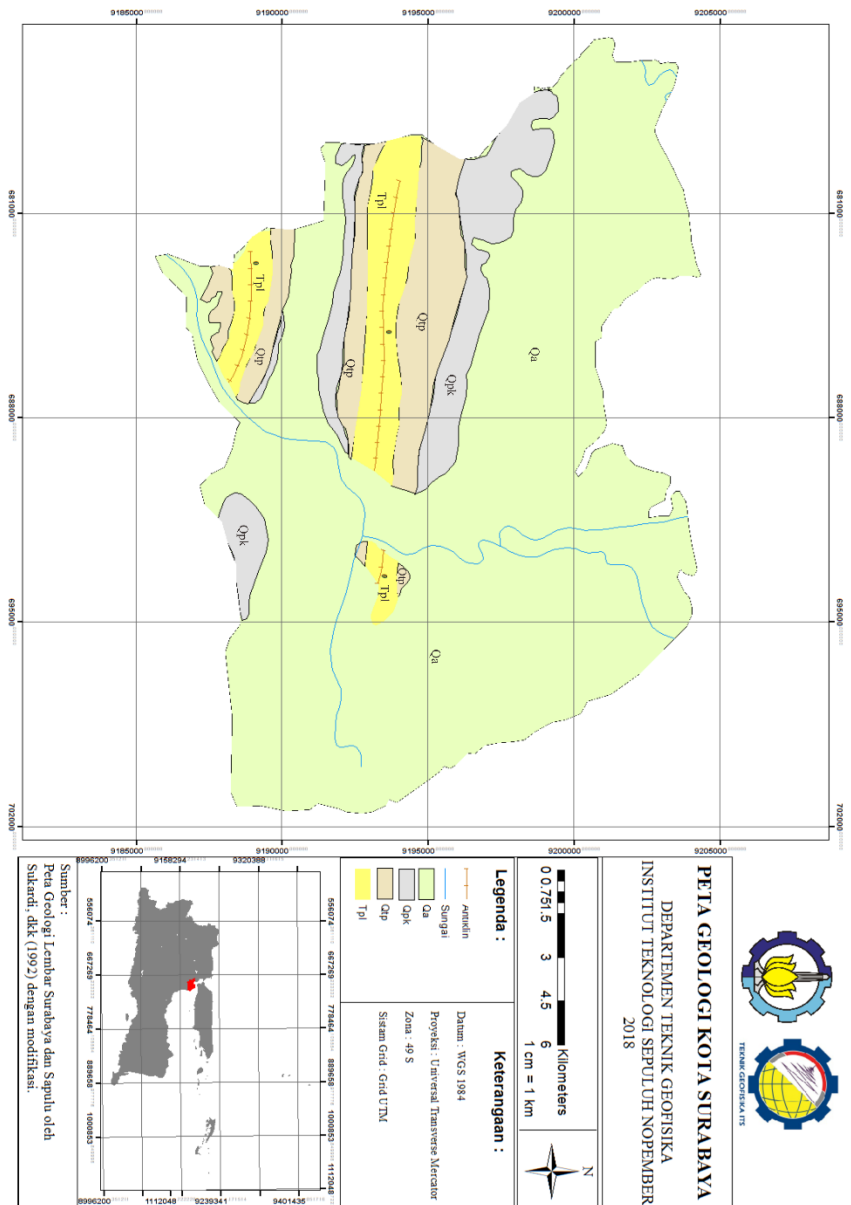
Surabaya terletak di tepi pantai utara Pulau Jawa dan berhadapan dengan Selat Madura serta Laut Jawa dengan koordinat 7°16'LU 112°43'BT dan luas wilayah Kota Surabaya 33.048 Ha. Wilayah Surabaya secara umum terbagim menjadi 5 wilayah yaitu Surabaya Pusat, Surabaya Timur, Surabaya Barat, Surabaya Utara, dan Surabaya Selatan. Kota Surabaya memiliki ketinggian tanah antara 0 – 20 meter di atas permukaan laut, sedangkan pada daerah pantai ketinggiannya berkisar antara 1–3 meter diatas permukaan laut. Sebagian besar Kota Surabaya memiliki ketinggian tanah antara 0 – 10 meter (80,72 % atau sekitar 26.345,19 Ha) yang menyebar di bagian timur, utara, selatan dan pusat kota (Bahri, 2012).

Surabaya merupakan daerah yang didominasi oleh dataran rendah hasil endapan sedimen. Daerah Surabaya merupakan 80% endapan aluvial yang sisanya berupa tanah perbukitan rendah hasil pelapukan batuan tersier/tua. Tanah endapan aluvial tersebut berupa sungai, rawa, delta, endapan pantai, dan campuran dari endapan-endapan tersebut. Endapan sungai yang didominasi oleh endapan pasir dengan sedikit lanau dan lempung, endapan rawa yang didominasi oleh butiran lanau-lempung dengan sedikit bahan organik, dan endapan pantai yang didominasi oleh endapan berukuran pasir halus yang mengandung kerang. Endapan delta merupakan endapan percampuran antara endapan sungai, endapan rawa, endapan pantai sehingga lapisan tanah akan berselang-seling. Tanah hasil pelapukan batuan tua umumnya mempunyai potensi kembang-susut sangat tinggi. Dataran rendah meliputi wilayah Surabaya Timur, Utara dan Selatan memiliki kemiringan <3% dan terletak pada ketinggian <10m dari permukaan laut. Dataran rendah terbentuk dari endapan aluvial sungai dan endapan pantai. Bagian tengah Kota Surabaya terbentuk oleh endapan Sungai Brantas beserta cabang-cabang sungainya dan endapan Sungai Rowo (Sukardi, 1992)

Endapan Sungai Brantas berasal dari letusan gunung-gunung berapi yang berada di hulu dan beberapa rombakan sebelumnya. Endapan ini biasanya berupa pasir dan kerikil. Bagian timur dan utara sampai sepanjang Selat Madura dibentuk oleh endapan pantai yang masuk ke daratan sampai ± 5 km. Endapan pantainya terdiri dari lempung lanau dan lempung kelanauan, sisipan tipis tipis yang pada umumnya mengandung banyak kepingan kerang di beberapa tempat. Secara geologi Surabaya terbentuk oleh batuan sedimen yang berumur Miosen sampai Plistosen.

Batuan sedimennya adalah bagian dari lajur Kendeng dengan Formasi Sonde, Lidah (Tpl), Pucangan (Qtp), dan Formasi Kabuh (Qpk). Batuan dasar untuk Surabaya merupakan Formasi Lidah (Tpl) yang berumur Pliosen (Pre-Tertiary). Formasi ini berada pada kedalaman 250 – 300 meter (Sukardi, 1992).

Salah satu fenomena geologi yang menarik di Surabaya adalah pembelokan sungai pada area antara dua antiklin yang tampak memiliki pergeseran lokasi (Riyantiyo, 2017). Hal tersebut menjadi suatu indikasi adanya sesar yang mengakibatkan sungai bergeser secara tidak wajar. Berdasar pada gambar 2.1, antiklin ditunjukkan dengan garis yang memanjang dari barat ke timur dengan panah berlawanan arah yang tegak lurus dengan garis. Antiklin tersebut menurut Pusat Gempa Nasional (2017), diperkirakan efek dari adanya struktur Sesar Kendeng seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Sesar Kendeng merupakan sesar aktif yang memanjang dari Jawa Tengah bagian utara sampai Jawa Timur bagian utara.



Gambar 2. 1 Peta Geologi Kota Surabaya (Sukardi, 1992)

2.2 Metode Gaya Berat

Metode gaya berat merupakan suatu metode yang melibatkan pengukuran variasi medan gaya berat bumi yang disebabkan oleh perbedaan densitas batuan bawah permukaan. Daerah di bawah permukaan yang memiliki densitas berbeda dari sekitarnya menyebabkan penyimpangan nilai gaya berat yang dikenal sebagai anomali gaya berat. Beberapa penyebab adanya anomali gaya berat dan kontras densitas batuan bawah permukaan antara lain: pengendapan mineral, alterasi hidrotermal, patahan, intrusi batuan, variasi porositas dan sebagainya. Dalam eksplorasi panas bumi, metode gaya berat digunakan pada tahap survei pendahuluan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai kondisi geologi bawah permukaan. Selain itu, metode ini juga dapat digunakan untuk memantau *subsidence* dan perubahan massa yang terjadi di reservoir panas bumi pada saat proses produksi dan injeksi kembali fluida. (Supriyadi et al., 2017)

Pengukuran dalam metoda gayaberat adalah mencari perbedaan kecil atau anomali medan gayaberat yang diakibatkan variasi densitas (rapat masa) lateral. Variasi yang terukur tergantung pada hukum gayaberat Newton, yang memperhitungkan perbedaan massa dan jarak antara sumber dan titik observasi. Variasi gayaberat terukur yang disebut anomali merupakan perbedaan antara hasil pengukuran dengan medan teoritis. Medan teoritis dibangun berdasarkan asumsi lapisan bumi yang simetri secara radial. Walaupun interpretasi hasil pengamatan gayaberat tidak unik, interpretasi dapat sangat berarti jika dibatasi oleh data-data geologi dan geofisika lainnya. Metode gayaberat sangat umum digunakan dalam usaha memahami dan memberikan konfirmasi adanya struktur geologi, baik yang tampak di permukaan maupun yang tertutup di bawah permukaan (Frifita et al., 2016). Data gaya berat yang telah diperoleh kemudian dilakukan tahap selanjutnya yaitu koreksi data gaya berat, pemodelan, dan interpretasi.

2.3 Koreksi Data Gaya Berat

Dalam memproses data metode gayaberat, terdapat beberapa koreksi-koreksi yang harus dilakukan untuk mereduksi *noise* yang ditimbulkan. Adapun koreksi-koreksi tersebut antara lain sebagai berikut.

2.3.1 Koreksi Apungan

Koreksi apungan adalah koreksi yang dilakukan akibat adanya perbedaan pembacaan gaya berat oleh alat dari stasiun yang sama pada waktu yang berbeda yang disebabkan oleh adanya guncangan pada pegas alat tersebut selama proses transportasi dari satu stasiun ke stasiun lainnya. Pengaruh tersebut berupa pegas

yang semakin meregang terhadap waktu dan suhu. Faktor tersebut akan mempengaruhi pembacaan nilai gaya berat. Untuk mengatasi pengaruh suhu, dipasang *thermostat* pada alat. Dengan demikian alat dapat bekerja konstan pada suhu tertentu, sedangkan untuk pengaruh waktu, dilakukan dengan cara mengukur kembali di titik *base* (*base looping*) untuk mengetahui besar perubahannya. Oleh karena itu, pengukuran gaya berat dilakukan dengan membuat lintasan tertutup (*looping*). Perubahan nilai gaya berat tersebut terhadap waktu dianggap linear. Selisih nilai pengukuran waktu awal dan akhir di titik base adalah besar gradien perubahan nilai tiap waktu pengukuran selama waktu *looping*. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung koreksi apungan adalah (Kadir, 2000):

$$drift = \frac{g_{akh} - g_0}{t_{akh} - t_0} (t_n - t_0) \quad (2.1)$$

Keterangan:

g_{akh} = pembacaan gravimeter akhir

g_0 = pembacaan gravimeter awal

t_{akh} = waktu pembacaan akhir

t_0 = waktu pembacaan awal = waktu pembacaan pada stasiun ke-n

2.3.2 Koreksi Pasang Surut

Koreksi pasang surut disebabkan oleh pengaruh gaya tarik yang dialami bumi akibat massa benda-benda langit seperti bulan dan matahari. Besarnya koreksi ini bervariasi terhadap lintang, waktu, serta kedudukan benda-benda langit.

$$gst = gs \pm t \quad (2.2)$$

Keterangan:

gst = gaya berat terkoreksi pasang surut (tidal)

gs = gaya berat pada pembacaan alat

t = nilai koreksi pasang surut (tidal)

2.3.3 Gaya berat Observasi (*Gobs*)

Nilai g_{obs} merupakan nilai gaya berat yang terukur di permukaan. Nilai g_{obs} didapatkan dari data pengukuran yang telah terkoreksi pasang surut pada rumus (2.2) dan terkoreksi Apungan (2.1). Nilai g_{obs} berbanding terbalik dengan nilai ketinggian.

$$G_{Obs} = G_{drift\ pengukuran} - G_{drif\ tawal} + G_{Mutlak} \quad (2.3)$$

Keterangan :

G_{Obs}	= nilai gravitasi observasi di titik amat (<i>mgal</i>)
$G_{\text{drift pengukuran}}$	= nilai gravitasi mutlak di titik ikat (<i>mgal</i>)
$G_{\text{drift tawal}}$	= nilai gravitasi terkoreksi drift di titik amat (<i>mgal</i>)
G_{Mutlak}	= nilai gravitasi terkoreksi drift di titik ikat (<i>mgal</i>)

2.3.4 Koreksi lintang (Gaya Berat Normal)

Koreksi ini dilakukan karena bentuk bumi yang tidak sepenuhnya bulat sempurna, tetapi pepat pada daerah ekuator dan juga karena rotasi bumi. Hal tersebut membuat adanya perbedaan nilai gaya berat karena pengaruh lintang yang ada di bumi. Secara umum gaya berat terkoreksi lintang dapat ditulis:

$$g(\phi) = 978031,846 (1 + 0,0053024 \sin^2 \phi + 0,0000058 \sin^2 2\phi) \quad (2.4)$$

2.3.5 Koreksi Udara Bebas (*Free Air Correction*)

Koreksi ini dilakukan untuk mengkompensasi ketinggian antara titik pengamatan dan datum (*Mean Sea Level*). Koreksi ini dapat ditulis:

$$\text{FAC} = 0,3086 \times h \quad (2.5)$$

Keterangan :

FAC	= adalah nilai koreksi udara bebas (<i>Free Air Correction</i>)
h	= ketinggian permukaan dari datum (msl) satuan meter

2.3.6 Koreksi Bouguer

Pada koreksi *free air* membawa nilai gaya berat teoritis ke topografi dengan asumsi dari (x, y, 0) menuju (x, y, z) tidak ada apapun (kosong). Padahal sebenarnya antara keduanya terdapat massa. Koreksi Bouguer dilakukan untuk menghitung efek massa yang ada antara datum (*Mean Sea Level*) dengan topografi. Koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan pengaruh adanya massa dari datum sampai ketinggian titik pengukuran. Koreksi ini dapat ditulis dengan rumus :

$$\text{BC} = 0,04193 \times \rho \times h \quad (2.6)$$

Keterangan :

BC	= koreksi <i>bouguer</i>
ρ	= densitas batuan (gr/cc)
h	= ketinggian dari/ atas permukaan laut (meter)

2.3.7 Koreksi Bouguer Sederhana

Anomali Bouguer sederhana didefinisikan sebagai berikut :

$$SBA = G\text{ Obs} - (G\text{ Lintang} + FAC + BC) \quad (2.7)$$

Keterangan :

SBA = nilai anomali Bouguer sederhana,

$G\text{ Obs}$ = adalah nilai gaya berat observasi,

$G\text{Lintang}$ = adalah nilai gaya berat terkoreksi lintang,

FAC = adalah nilai koreksi udara bebas (*Free Air Correction*)

BC = adalah koreksi Bouguer.

2.3.8 Koreksi Terrain

Kita tahu bahwa pengukuran gaya berat sangat mungkin dilakukan di daerah ketinggian, dimana dari satu titik dengan titik yang lain memiliki ketinggian yang berbeda pula. Adanya massa yang terletak di bawah permukaan antara titik pengamatan pada ketinggian h dan bidang sferoida sangat mempengaruhi gaya gaya berat oleh karena itu dilakukan koreksi terrain. Sebelumnya telah dibahas bagaimana koreksi Bouguer sederhana mencakup massa berbentuk *slab* horisontal tak hingga. Dalam koreksi Bouguer ini keberadaan massa di atas bidang Bouguer dan bagian massa yang hilang di bawah bidang Bouguer yakni lembah tidak diperhitungkan. Akibat dari massa ini disebut dengan efek medan (*terrain effect*) dan untuk mengatasinya dilakukan koreksi medan (*terrain*). Sehingga koreksi ini (Telford dkk.,1990) dapat ditulis :

$$TC = G\rho\phi[(r^2 - r^1) + \sqrt{r_1^2 + H^2} - \sqrt{r_2^2 + H^2}] \quad (2.8)$$

Keterangan :

G = konstanta gaya berat umum

ρ = densitas batuan

ϕ = sudut sektor (radian)

r_1 = jari-jari radius dalam

r_2 = jari-jari radius luar

H = beda tinggi titik amat dengan tinggi rata-rata

2.3.9 Anomali Bouguer Lengkap

Anomali Bouguer lengkap didapatkan setelah semua data gaya berat direduksi dan nilai gaya berat hanya dipengaruhi oleh densitas bawah permukaannya. Anomali Bouguer lengkap didapat setelah terkoreksi medan yang sebelumnya disebut anomali Bouguer sederhana. Persamaan untuk menentukan anomali Bouguer lengkap sebagai berikut :

$$CBA = G \text{ Obs} - (G \text{ Lintang} + FAC + BC + TC) \quad (2.9)$$

Keterangan :

CBA = adalah nilai anomali Bouguer lengkap

G Obs = adalah nilai gaya berat observasi

GLintang = adalah nilai gaya berat terkoreksi lintang

FAC = adalah nilai koreksi udara bebas (*Free Air Correction*)

BC = adalah koreksi Bouguer

TC adalah nilai koreksi Terrain.

2.4 Transformasi Fourier

Proses penentuan anomali regional-residual pada umumnya dilakukan dalam domain frekuensi, mengingat benda-benda anomali residual berasosiasi dengan frekuensi tinggi sedangkan anomali regional berasosiasi dengan frekuensi rendah (Muhammad et al., 2017). Untuk itu data gaya berat yang merupakan data dalam domain spasial harus terlebih dahulu ditransformasi menjadi domain frekuensi. Transformasi Fourier berdasarkan *Encyclopedic Dictionary of Applied Geophysics* (Sheriff, 2001) merupakan formula yang digunakan untuk mengkonversi data dalam domain waktu atau spasial menjadi domain frekuensi atau bilangan gelombang. Transformasi Fourier yang diturunkan Blakely (1996) untuk kasus 2D atau terdiri dari dua variabel dapat dirumuskan secara sederhana seperti persamaan berikut ini:

$$G(k_x, k_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g(x, y) e^{-i(k_x x + k_y y)} dx dy \quad (2.10)$$

dimana (k_x, k_y) merupakan bilangan gelombang (frekuensi) yang berasosiasi dengan koordinat (x, y) , berturut-turut $k_x = 2\pi/\lambda_x$ dan $k_y = 2\pi/\lambda_y$. Dikarenakan data anomali gaya berat yang dalam hal ini $f(x, y)$ diketahui pada diskrit poin dan juga keterbatasan komputer, maka digunakan transformasi Fourier Diskrit atau *Discrete Fourier Transform* yang dapat dituliskan dengan rumus:

$$G(k, l) = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} g(m, n) e^{2\pi i (\frac{km}{M} + \frac{ln}{N})} \quad (2.11)$$

Keterangan :

- (m,n) = bilangan bulat (integer) yang menyatakan *grid point* dalam domain spasial
 (k,l) = bilangan bulat (integer) yang menyatakan *grid point* dalam domain frekuensi
 (M,N) = bilangan bulat (integer) yang menyatakan jumlah kolom dan baris data.

Perlu diingat bahwa data pada awalnya ditampilkan dalam kontur anomali merupakan data dalam domain spasial atau waktu, dan proses filtering dilakukan dalam domain frekuensi, dan untuk menampilkan data tersebut kembali perlu dilakukan *inverse fourier transform* yakni mengembalikan data dalam domain frekuensi menjadi data dalam domain spasial. Proses inversi transformasi Fourier dapat dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$g(x, y) = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} G(k_x, k_y) e^{i(k_x x + k_y y)} dk_x dk_y \quad (2.12)$$

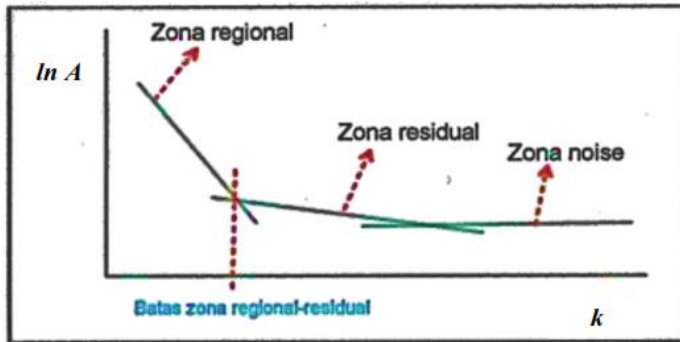
Sedangkan transformasi *inverse* dalam kasus diskrit, dapat dijabarkan dalam persamaan :

$$g(m, n) = \frac{1}{M} \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} G(k, l) e^{2\pi i (\frac{km}{M} + \frac{ln}{N})} \quad (2.13)$$

2.5 Analisa Spektrum

Data anomali Bouguer yang diperoleh merupakan hasil superposisi dari komponen anomali dari berbagai kedalaman. Kedalaman anomali menjadi suatu persoalan yang sangat penting pada tahap interpretasi lebih lanjut untuk mengetahui posisi dan jangkauan kedalaman data yang dimiliki. Analisis spektrum merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk membantu mengetahui estimasi kedalaman anomali pada sebaran frekuensi dari data anomali Bouguer (Rochman et al., 2018).

Proses analisis spektrum biasanya dilakukan dalam satu dimensi, dimana anomali Bouguer yang terdistribusi pada penampang *cross section* 1D diekspansi dengan deret Fourier. Proses Transformasi Fourier dilakukan dengan tujuan mengubah data dari domain waktu atau spasial menjadi domain frekuensi atau bilangan gelombang. Dapat dilihat pada gambar 2.2 dengan menganalisis bilangan gelombang (k) dan amplitudo (A), kita dapat memperkirakan besar kedalaman estimasi anomali regional dan residual serta dapat menentukan lebar jendela filter dari perhitungan frekuensi *cutoff* dari analisis spektrum.



Gambar 2. 2 Proses Analisa Spektrum (Sari, I.P.,2012)

2.6 Filter Frekuensi

Proses filter dapat dilakukan dengan mentransformasi data spasial ke data frekuensi dengan menggunakan Transformasi Fourier, membuang komponen-komponen frekuensi tertentu dan melakukan transformasi *inverse* kembali kedalam data spasial (Telford dkk, 1976) untuk kemudian ditampilkan dalam bentuk kontur anomali. Pada prinsipnya metode filter frekuensi atau panjang gelombang merupakan filter yang digunakan dalam proses pemisahan anomali regional-residual berdasarkan kelompok frekuensi atau panjang gelombang tertentu. Jenis-jenis filter frekuensi / panjang gelombang diantaranya adalah sebagai berikut:

- *Lowpass* filter merupakan filter frekuensi yang membuang frekuensi atau bilangan gelombang tinggi dan menampilkan anomali dengan frekuensi atau bilangan gelombang rendah yang berasosiasi dengan anomali regional.

Dalam kasus 1D:

$$H(u) = 0, \text{ jika } u > u_1$$

$$H(u) = 1, \text{ jika } u < u_1$$

Dalam kasus 2D:

$$H(u,v) = 0, \text{ jika } (u+v)^{1/2} > w_1$$

$$H(u,v) = 1, \text{ jika } (u+v)^{1/2} < w_1$$

- *Highpass* filter merupakan filter frekuensi yang membuang frekuensi atau bilangan gelombang rendah dan menampilkan anomali dengan frekuensi atau bilangan gelombang tinggi yang berasosiasi dengan anomali residual.

Dalam kasus 1D:

$$H(u) = 0, \text{ jika } u < u_1$$

$$H(u) = 1, \text{ jika } u > u_1$$

Dalam kasus 2D:

$$H(u,v) = 0, \text{ jika } (u+v)^{1/2} < w_1$$

$$H(u,v) = 1, \text{ jika } (u+v)^{1/2} > w_1$$

• *Bandpass* filter merupakan filter frekuensi yang digunakan untuk membuang frekuensi-frekuensi atau bilangan gelombang pada range tertentu sesuai dengan kebutuhan saat pengolahan data.

Dalam kasus 1D:

$$H(u) = 0, \text{ jika } u < u_1 \text{ atau } u > u_2$$

$$H(u) = 1, \text{ jika } u_2 < u < u_1$$

Dalam kasus 2D:

$$H(u,v) = 0, \text{ jika } (u+v)^{1/2} < w_1 \text{ atau } (u+v)^{1/2} > w_2$$

$$H(u,v) = 1, \text{ jika } w_2 < (u+v)^{1/2} < w_1$$

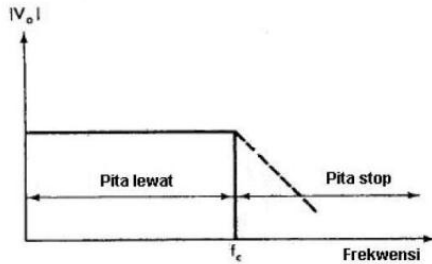
2.6.1 Low Pass Filter

Lowpass Filter (LPF) pada saat pengiriman data informasi melalui saluran transmisi, terdapat derau/noise yang ditambahkan kepada sinyal analog yang dikirimkan sehingga sinyal yang diterima oleh modulator akan tidak sama persis dengan sinyal analog yang dihasilkan oleh modulator. Parameter yang dapat digunakan untuk memperbaiki sinyal analog yang rusak akibat adanya penambahan derau / noise pada saluran transmisi diantaranya dengan filter/tapis sinyal yang berfungsi untuk manapis sinyal yang tidak dikehendaki. Sehingga sinyal analog yang dihasilkan setelah dilakukan filtrasi akan sedikit sama dengan sinyal analog dari modulator.

Pada proses demodulasi, terdapat filter yang dirancang agar melewati suatu pita frekuensi tertentu sekaligus memperlemah semua isyarat di luar pita dan dalam system komunikasi radio sangat penting perannya. Adapun fungsi dari filter antara lain :

- a. Melewatkan frekuensi dalam rentang tertentu (disebut pita lolos atau *passband*), dan meredam sinyal masukan diluar daerah frekuensi pita lolosnya (disebut *stopband*). Daerah *passband* sebuah filter di definisikan sebagai daerah pita frekuensi yang dibatasi oleh penurunan daya -3 dB. Frekuensi dimana terjadi penurunan daya -3 dB (daya turun ½ dari daya maksimumnya) disebut frekuensi “*Cut off*” dengan simbol f_c .
- b. Memisahkan frekuensi rendah dengan frekuensi tinggi
- c. Memisahkan komponen arus searah dengan arus bolak-balik.

Pada LPF frekuensi di bawah f_c akan dilewatkan, sedangkan diatasnya akan dilemahkan. Pada gambar 2.3 diperlihatkan karakteristik frekuensi terhadap amplitudo dari LPF, garis putus-putus menunjukkan contoh bagaimana filter menyimpang dari idealnya. Untuk mendapatkan kinerja yang optimum sesuai dengan aplikasi tertentu, maka filter dapat dibuat sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan. Sebagai contoh penggunaan LPF dengan karakteristik *Butterworth*.



Gambar 2. 3 Bentuk tanggapan sinyal LPF

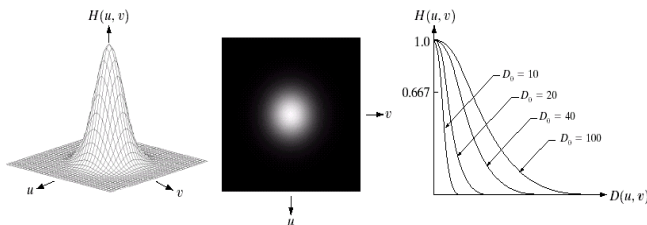
2.6.2 Filter Gaussian

Gaussian Filtering termasuk dalam kelas low-pass filters, yang didasarkan pada fungsi distribusi peluang Gaussian

$$f(x) = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (2.18)$$

dimana σ adalah standar deviasi. Sedangkan fungsi Gauss pada dimensi 2 adalah sebagai berikut :

$$f(x, y) = e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}} \quad (2.19)$$



Gambar 2. 4 Filter Gaussian

Filter Gaussian adalah salahh satu filter linier dengan nilai pembobotan untuk tiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi Gaussian. Filter Gaussian dipilih sebagai filter penghalusan berdasarkan pertimbangan bahwa filter ini memiliki pusat

kernel. Filter ini didapat dari operasi konvolusi. Operasi konvolusi yang dilakukan adalah perkalian antara matriks kernel dengan matriks gambar asli. Pada pelaksanaan konvolusi, kernel digeser sepanjang baris dan kolom dalam citra/ data sehingga akan diperoleh nilai citra/data yang baru. Dalam filter gaussian ukuran matriks kernel akan mempengaruhi penyaringan frekuensi. Untuk itu diperlukan penentuan nilai standar deviasi σ yang tepat. Seperti pada gambar 2.4, nilai yang lebih besar dari σ menghasilkan puncak yang lebih luas. Ukuran kernel harus meningkat dengan meningkatnya σ untuk mempertahankan sifat Gaussian dari filter.

2.7 Dekomposisi Spektral (*Spectral Decomposition*)

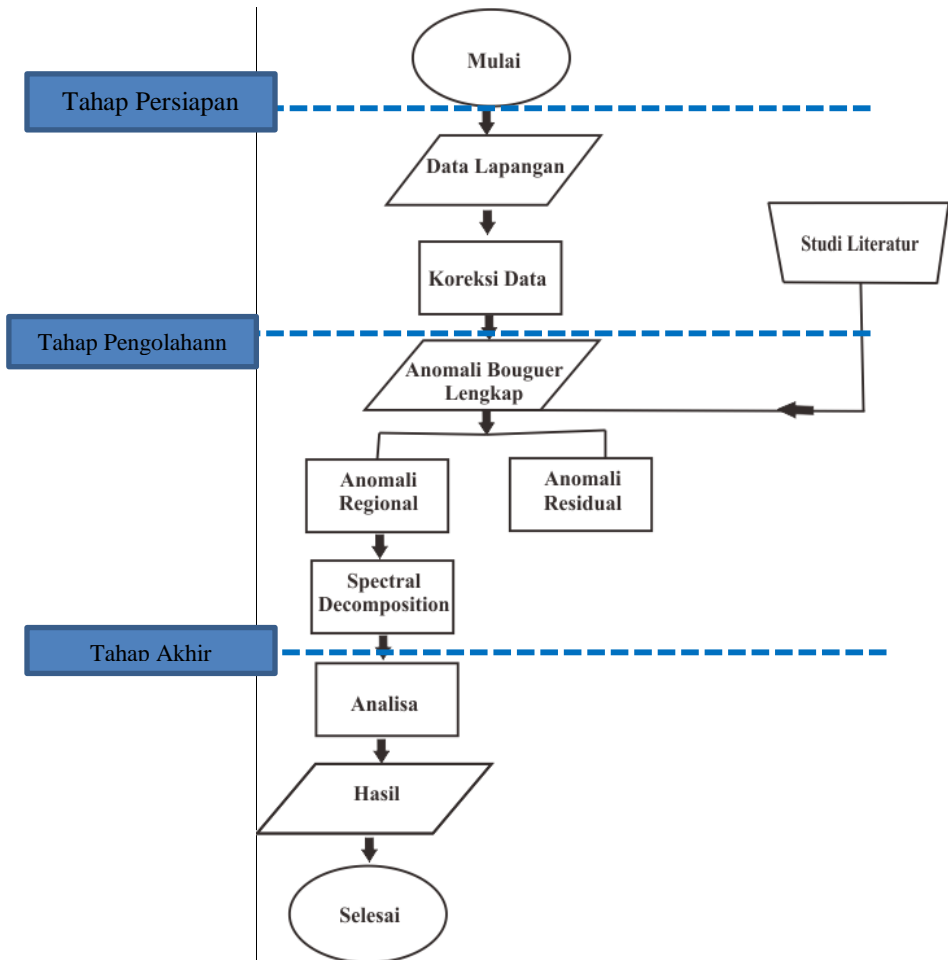
Merupakan proses untuk memodelkan geometri bawah permukaan pada data gaya berat dengan cara melakukan pencacahan/dekomposisi menggunakan filter frekuensi pada suatu profil gaya berat sehingga didapatkan profil gaya berat hasil filter dengan kandungan frekuensi tertentu yang diinginkan dan kemudian akan diposisikan pada suatu kedalaman tertentu. Karakteristik dari data gaya berat sendiri adalah memiliki spektrum gelombang di kedalaman yang berbeda yang akan selalu tumpang tindih dan akibatnya, dalam interpretasi data gaya berat, akan kesulitan dalam memisahkan anomali dangkal maupun dalam. Untuk itu dengan melakukan pendekatan dengan penyaringan frekuensi dan melakukan pencacahan frekuensi, dimana dalam penyaringan frekuensi kita dapat mengetahui frekuensi tinggi maupun rendah dimana masing-masing frekuensi tersebut dapat menginformasikan profil anomali yang diinginkan, maka akan memungkinkan untuk memprediksi nilai anomali gaya berat yang diberikan pada kedalaman tertentu. Dengan menggunakan nilai prediksi ini, sumber anomali di bawah permukaan pada kedalaman tertentu dapat diperkirakan. Sehingga masalah subjektivitas dalam melakukan interpretasi terutama secara vertikal dari metode gaya berat dapat dikurangi.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB III . METODOLOGI PENELITIAN

3.1Skema Kerja

Pengerjaan tugas akhir ini mengikuti alur pengerjaan yang dijelaskan pada skema berikut :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Langkah Kerja

Cara kerja dalam penelitian kali ini dapat dijelaskan berdasarkan tahapan yang telah dibagi dalam tiga bagian oleh penulis. Penjelasan setiap tahapannya adalah sebagai berikut :

3.2.1 Tahap Persiapan

Studi pendahuluan meliputi pengkajian dan pencarian informasi mengenai calon lokasi penelitian mulai dari potensi apa yang akan dicari, target serta informasi geologi daerah tersebut sebelum masuk ke langkah pembuatan desain survei.

3.2.1.1 Pembuatan Desain Survei

Desain survei dibuat menggunakan *Google Earth* dengan metode *Grid System* dengan jarak antar titik sebesar ± 500 meter dan jarak antar lintasan sebesar 2.500 meter. Terdapat 6 lintasan dengan jumlah titik per lintasan sebanyak ± 22 titik. Sehingga dapat dihitung luas daerah penelitian sebesar 13 km x 14 km. Desain Survei di *overlay* dengan Peta Geologi dan Peta RBI daerah penelitian. Desain dibuat dengan mencakup daerah antiklin Lidah.

3.2.1.2 Lokasi Daerah Penelitian

Lokasi daerah penelitian berada pada kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Lokasi penelitian merupakan daerah padat penduduk dimana pada tahun 2017 Pusat Gempa Nasional mengeluarkan peta gempa terbaru dimana Surabaya masuk kedalam salah satu daerah berpotensi gempa karena lokasi geografisnya terletak pada 2 patahan aktif, yaitu patahan Waru dan patahan Surabaya.

3.1.2.3 Akuisisi Data

Akuisi data dilakukan dengan metode *looping*, yaitu menggunakan satu titik acuan sebagai *base*. Pengukuran dimulai di *base* dan diakhiri di *base* kembali dalam periode harian.

3.1.2.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Juni 2018 di Departemen Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Rincian kegiatan penelitian dimulai dari akuisisi data, studi literatur, pengumpulan data tambahan, pengolahan data, analisis hasil, hingga penyusunan laporan Tugas Akhir secara lengkap

3.1.2.5 Data dan Peralatan

Data yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini diantaranya :

1. Data Anomali Bouguer kota Surabaya

Data Anomali Bouguer ini dihasilkan dari 144 stasiun pengukuran gaya berat dengan spasi 500 m menggunakan alat gravitimeter LaCoste & Romberg. Persebaran titik-titik pengukuran yang dilakukan untuk mendapatkan data ini ditunjukkan pada Gambar 3.3.

2. Data *DEM (Digital Elevation Model)* dari *Earth2014*

3. Peta Geologi

Peta geologi yang digunakan adalah lembar Surabaya-Sapulu dan lembar Malang (Gambar 2.1) yang diterbitkan oleh Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), tahun 1992

Peralatan dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini antara lain:

- Perangkat Keras :
 - a. Gravimeter Lacoste Romberg tipe G-1058
 - b. Laptop
- Perangkat Lunak :
 - a. Microsoft Excel 2013
 - b. Matlab 2016
 - c. Oasis Montaj 6.4
 - d. Petrel 2015

3.1.2.6 Koreksi Data

1. Konversi skala bacaan dan *feedback* ke mGal

Data output dari alat Gravimeter masih dalam skala alat dan harus dikonversi ke miligal dengan bantuan tabel konversi

2. Menghitung koreksi pasang surut

Benda disekitar bumi (matahari dan bulan) turut menyumbang nilai dalam pengukuran gravitasi sehingga harus dikoreksi. Proses perhitungan nilai pasang surut menggunakan persamaan (2.6) dan proses perhitungan menggunakan software grav-tc.exe. Namun sebagai contoh dan perhitungan analitik telah dihitung nilai pasut pada salah satu titik pengukuran

3. Menghitung koreksi *drift*

Koreksi drift dilakukan karena kelelahan alat yang dibawa dari awal pengukuran ke titik-titik pengukuran di berbagai elevasi sehingga menyebabkan pegas tidak stabil dan harus dikalibrasi ulang. Proses perhitungan koreksi drift menggunakan persamaan (2.5).

4. Menghitung nilai gravitasi observasi (G. Obs)

Gravitasi observasi merupakan nilai gravitasi yang diperoleh dari pengukuran dilapangan dengan kondisi yang sebenarnya pada tiap titiknya. Proses perhitungan nilai gravitasi observasi menggunakan persamaan (2.7).

5. Menghitung G. Normal / G Lintang

G. Normal atau G. Lintang merupakan nilai gravitasi pada titik pengukuran secara teoritis dengan menganggap bumi berbentuk elipsoid. Nilai gravitasi teoritis berubah terhadap posisi lintang. Pendekatan terbaru perhitungan G. Lintang adalah yang diterbitkan NIMA model bumi WGS84 dengan menggunakan persamaan (2.8).

6. Menghitung koreksi udara bebas (*Free Air Correction*)

Efek free air perlu dihitung untuk membawa nilai pengukuran $f_v x, y, 0$ menuju $f_v x, y, z_{fw}$ karena proses pengukuran dilakukan di topografi bukan di datum (*Mean Sea Level*). Proses perhitungan koreksi udara bebas (*Free Air Correction*) menggunakan persamaan (2.9).

7. Menghitung koreksi Bouguer

Pada koreksi free air membawa nilai gravitasi teoritis ke topografi dengan asumsi dari $f_v x, y, 0$ menuju $f_v x, y, z_{fw}$ tidak ada apapun (kosong). Padahal sebenarnya antara keduanya terdapat massa. Koreksi Bouguer untuk menghitung efek massa yang ada antara datum (*Mean Sea Level*) dengan topografi. Perhitungan koreksi Bouguer menggunakan persamaan (2.10) dan didapatkan anomali Bouguer sederhana dengan persamaan (2.11) serta didapatkan anomali Bouguer lengkap dengan persamaan (2.13).

8. Menghitung koreksi Medan (*Terrain*)

Lembah dan bukit disekitar titik pengukuran turut menyumbang nilai pada pengukuran. Untuk menambahkan efek tersebut karena tadi di koreksi Bouguer kita menganggap massa yang ada dibawah permukaan berbentuk slab tak berhingga, maka koreksi *Terrain* ini dilakukan untuk menambahkan adanya efek bukit dan lembah. Proses perhitungan secara fisis menggunakan persamaan (2.12). Proses pencarian koreksi *Terrain* menggunakan *software* Geosoft Oasis Montaj dengan bekal peta DEM (*Digital Elevation Model*) daerah penelitian untuk menentukan jari-jari lokal dan regionalnya

3.2 Tahap Pengolahan

3.2.1 Diagram Alir Tahap Spectral Decomposition



Gambar 3. 2 Kerangka Konsep Penelitian Tahap Spectral Decomposition

3.2.2 Tahap *Spectral Decomposition*

Tahap ini bertujuan untuk menentukan parameter yang sesuai untuk digunakan pada metode *spectral decomposition* dengan cara menguji parameter-parameter filter yang sesuai. Ada beberapa proses yang harus dilalui untuk melakukan pengujian metode *spectral decomposition* terhadap data gaya berat. Pertama-tama dilakukan Transformasi Fourier 2D pada data input berupa peta anomali bouguer lengkap residual dalam format xlsx kedalam Matlab 2016. Langkah berikutnya adalah melakukan proses *spectral decomposition* dengan cara melakukan pencacahan dan filter frekuensi.

Pada tahap ini digunakan jenis filter Gaussian dimana beberapa parameter yang harus diatur dalam filter ini yaitu nilai dari ukuran filter dan nilai standar deviasi σ . Kemudian dari tiap- tiap parameter filter yang telah diatur, dilakukan perhitungan nilai kedalaman untuk mendapatkan nilai kedalaman dari tiap- tiap hasil filter. Setelah itu, dilakukan proses peletakan kedalaman respon anomali gaya berat hasil pencacahan dan *filtering*. Untuk mendapatkan bentukan model, maka dilakukan langkah penyusunan model, dan tahap terakhir adalah melakukan analisa model hasil *spectral decomposition*.

3.2.3 Tahap Akhir

1. Analisa Penggunaan filter Gaussian Terhadap Data *Spectral Decomposition*

Analisa data dilakukan dengan cara mencoba beberapa parameter input dari filter gaussian kemudian dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui parameter input yang sesuai untuk digunakan

2. Analisa Hasil dari Pengolahan Data *Spectral Decomposition* dengan data Geologi dan Data Pendukung Lainnya

Hasil dari pengolahan data *spectral decomposition* kemudian di analisa terhadap peta geologi dan data pendukung lain untuk mendapatkan kesimpulan hasil dari penggunaan metode *spectral decomposition* dalam penentuan struktur bawah permukaan

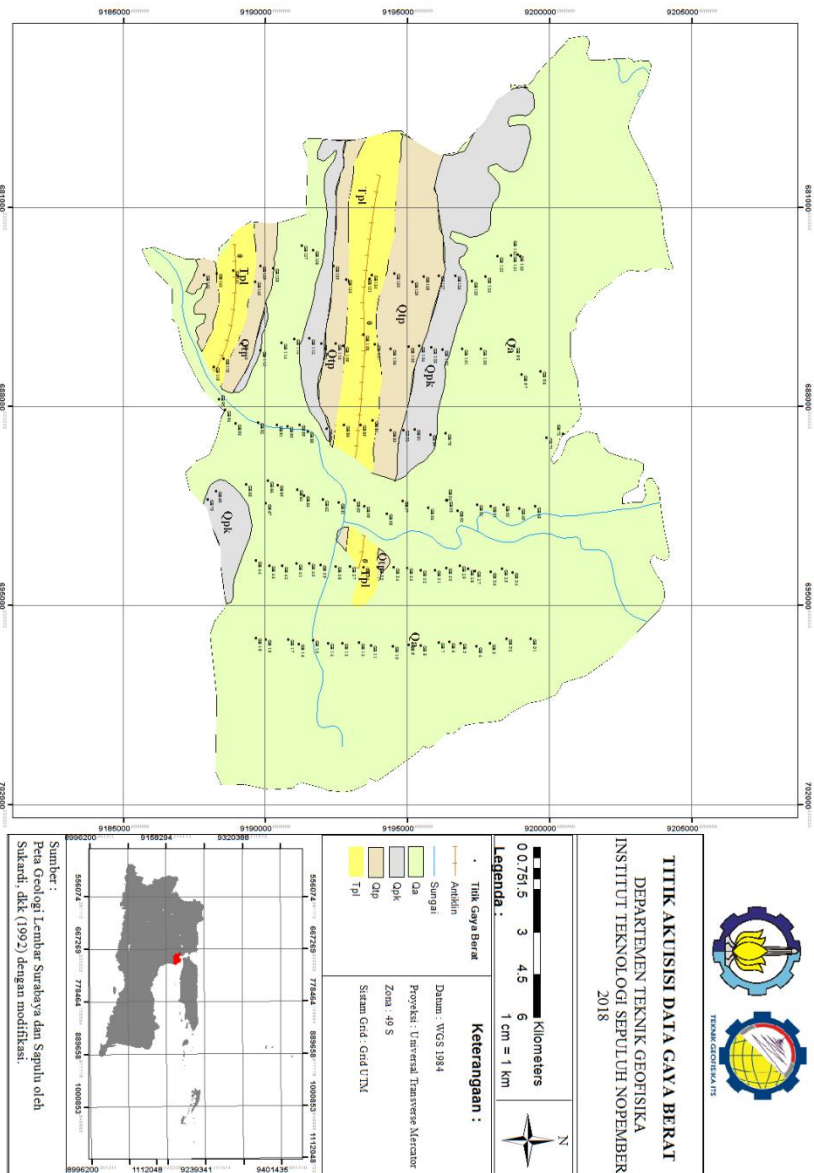
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Realisasi Titik Pengukuran

Proses pengambilan data dilakukan selama 6 hari, dengan asumsi satu hari adalah satu lintasan. Target awal pengukuran sebanyak 144 titik, namun dalam realisasinya hanya berhasil mendapatkan 130 dikarenakan beberapa pertimbangan saat pengambilan data. Pengambilan data dilakukan dengan metode *grid system*.

4.2 Geologi Regional

Peta geologi yang digunakan dalam interpretasi adalah lembar Surabaya-Sapulu dan lembar Malang (Gambar 4.1) yang diterbitkan oleh Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), tahun 1992. Wilayah kota Surabaya merupakan dominan daerah dataran rendah, yang berkisar 80% merupakan endapan aluvial dan sisanya merupakan perbukitan rendah yang dibentuk oleh tanah hasil pelapukan batuan *tersier*/tua. Dalam peta tersebut menunjukkan adanya dua antiklin yaitu antiklin Lidah dan antiklin Guyangan, namun beberapa peneliti meyakini ketika terjadi gempa tektonik daerah selatan Yogyakarta pada tanggal 27 Mei 2006 mengaktifkan kembali patahan tersebut sehingga muncul dipermukaan berupa rekahan yang diyakini sebagai hasil pergeseran sesar geser yang membentang dari Penanggungan hingga daerah hilir sungai Buntung daerah segorotambak seperti yang digambarkan oleh (Mazzini.dkk, 2007.)



Gambar 4. 1 Realisasi Titik Pengukuran (*Overlay* Peta Geologi Lembar Sapulu,1992)

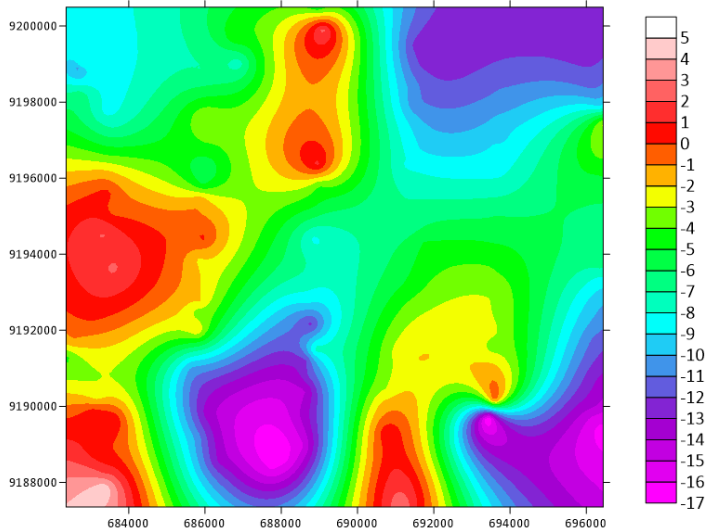
4.3 Data Hasil Perhitungan

Proses pengolahan data dimulai dengan menyatukan seluruh data pengukuran kedalam satu *file* dalam *format* penulisan yang sama, kemudian mengkonversi data skala bacaan alat dan feedback kedalam miligal. Setelah nilai gravitasi telah dikonversi, selanjutnya dilakukan koreksi Pasang surut, dalam penelitian ini dibantu dengan software grav-tc. Proses selanjutnya adalah mencari nilai gravitasi terkoreksi Pasut. Proses berikutnya mencari koreksi drift lalu mencari gravitasi terkoreksi drift. Setelah didapatkan nilai gravitasi terkoreksi *drift* maka nilai gravitasi observasi dapat dicari. Semua langkah perhitungan dari konversi skala bacaan sampai didapatkan nilai gravitasi observasi dilakukan di Microsoft Excell 2013.

Proses selanjutnya adalah mencari koreksi lintang. Koreksi lintang didapatkan dengan mengubah koordinat kedalam koordinat geographic karena nanti yang akan dimasukkan kedalam persamaan adalah derajatnya. Langkah selanjutnya yaitu mencari koreksi *free air* untuk mendapatkan anomali free air. Setelah didapatkan anomali *free air*, langkah selanjutnya mencari koreksi Bouguer untuk menambahkan efek massa antara referensi sferoida dan titik pengukuran. Dalam pencarian koreksi Bouguer dibutuhkan nilai densitas, penentuan densitas Bouguer didapatkan dengan metode Parasnis. Selanjutnya mencari koreksi *Terrain* dengan menggunakan peta DEM (*Digital Elevation Model*) yang diolah dengan *software* Geosoft Oasis Montaj. Setelah dilakukan koreksi Bouguer dan terrain maka bisa di hitung nilai anomali Bouguer sederhana dan anomali Bouguer lengkapnya yang dapat dilihat pada lampiran.

4.4 Anomali Bouguer Lengkap

Data hasil pengukuran yang telah diperoleh kemudian dilakukan serangkaian tahapan koreksi data untuk menghilangkan efek gangguan dari luar yang mempengaruhi data, hingga didapatkan nilai anomali bouguer lengkap yang kemudian digunakan untuk tahap pengolahan data selanjutnya. Dari proses koreksi data, dengan menggunakan metode nettleton didapatkan nilai densitas rata-rata daerah penelitian sebesar $2,3 \text{ g/cm}^3$. Metode ini menerapkan korelasi silang antara perubahan elevasi terhadap referensi tertentu dengan anomali gaya beratnya. Nilai densitas terbaik diberikan oleh harga korelasi silang terkecil. Pada peta anomali bouguer gambar 4.2 terlihat bahwa di daerah penelitian terdapat 3 kelompok anomali, yaitu anomali positif, sedang, dan rendah.



Gambar 4. 2 Anomali Bouguer Lengkap

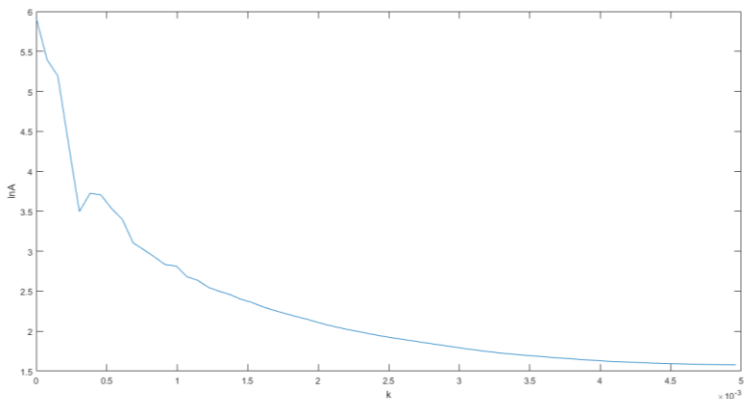
Pertama, anomali positif tinggi memiliki rentang nilai antara -1 sampai 4. Anomali ini berada pada bagian barat dan barat daya daerah penelitian. Kedua, anomali negatif sedang memiliki rentang nilai antara -10 sampai -2. Anomali ini hampir mendominasi daerah penelitian, yaitu sekitar 80% dari total daerah penelitian yakni dari utara sampai ke selatan dan barat ke arah timur. Ketiga, anomali negatif rendah memiliki rentang nilai antara -17 sampai -11. Anomali ini tampak

mengelompok pada 3 lokasi di bagian selatan, tenggara dan timur laut daerah penelitian.

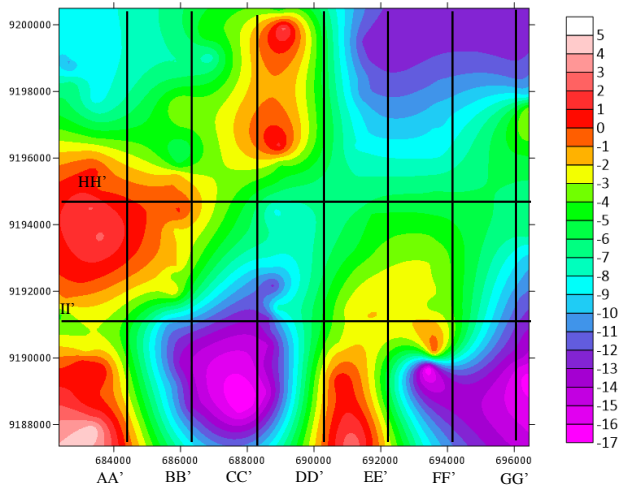
Daerah tinggian anomali dibagian barat kemungkinan disebabkan oleh adanya antiklin. Daerah sedang- rendahan anomali kemungkinan disebabkan oleh akumulasi batuan sedimen yang cukup tebal sampai tebal yang menutupi sebagian besar daerah penelitian. Kemudian dapat ditemukannya beberapa kontras densitas yang memisahkan tinggian dan rendahan anomali yang kemungkinan disebabkan oleh adanya sesar regional dengan arah barat-timur dimana arah sesar ini hampir sama dengan arah umum struktur geologi terbaru yang dikeluarkan oleh PusGen pada tahun 2017.

4.5 Analisa Spektrum

Pada peta anomali bouguer pada gambar 4.3 dilakukan sebanyak 9 sayatan pada lintasan yang mewakili nilai anomali daerah penelitian. Manfaat dari proses ini yaitu untuk mengetahui informasi kedalaman regional maupun residual pada daerah penelitian dengan menggunakan persamaan $\ln A = (z_0 - z')|k|$ atau gradien hasil dari plot antara $\ln A$ dengan bilangan gelombang k yang menyatakan kedalaman $(z_0 - z')$ yang dapat dilihat pada gambar 4.4. Pada tahap ini dilakukan analisa spektrum dengan *Fast Fourier Transform (FFT)* yang bertujuan untuk mendapatkan nilai frekuensi untuk selanjutnya dapat dilakukan proses *filtering*. *Input* untuk proses analisa spektrum adalah jarak antar titik pengukuran dan nilai anomali gaya berat hasil *slice* sembilan buah lintasan yang memotong kontur anomali gaya berat (*gravity anomaly*) secara vertikal.

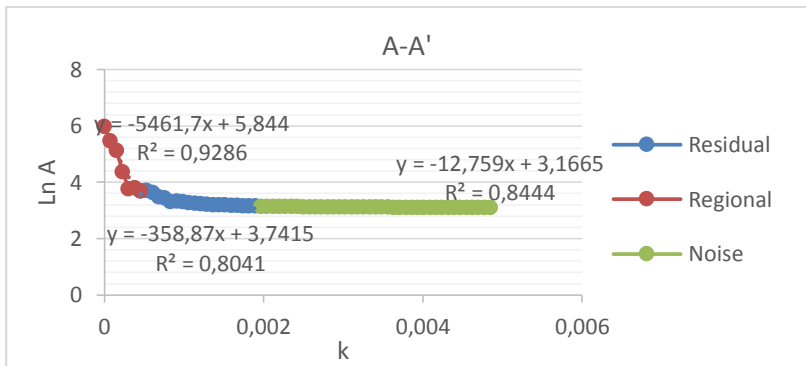


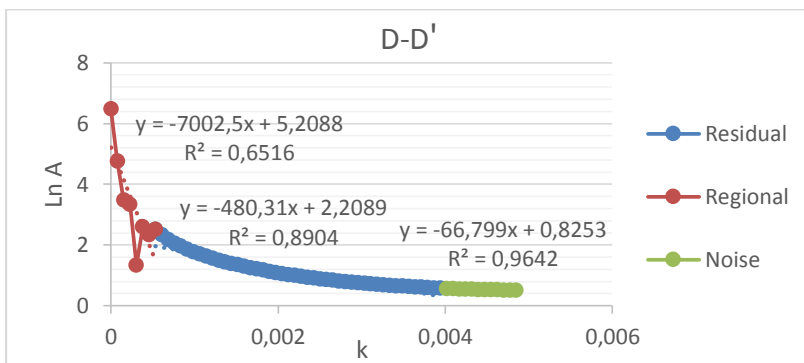
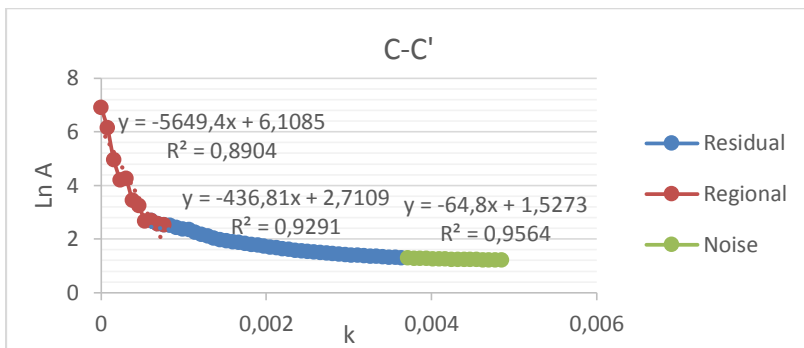
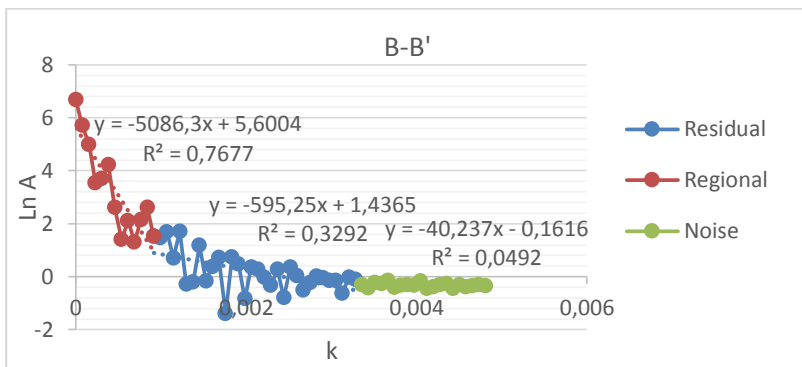
Gambar 4. 3 Respon Anomali Gaya Berat dalam Domain Bilangan Gelombang

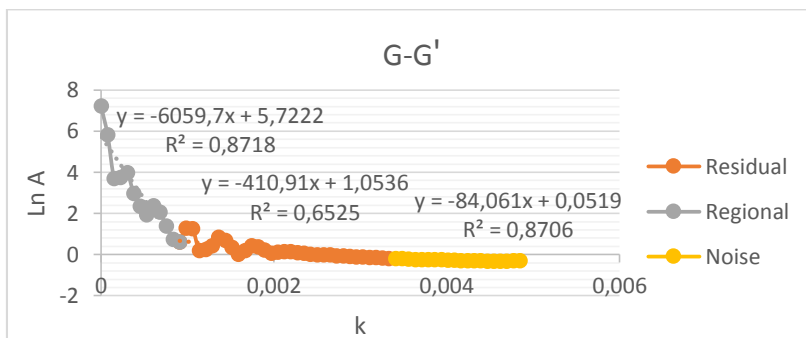
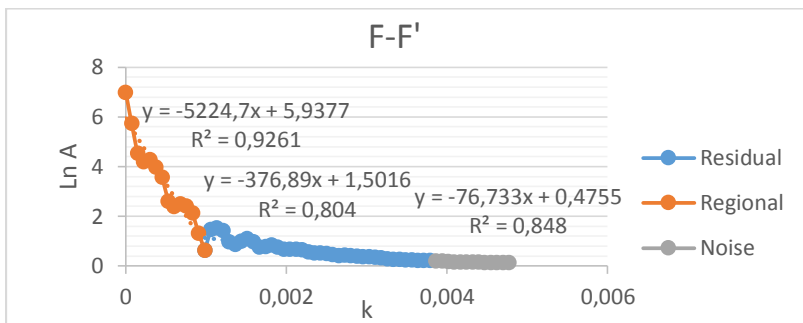
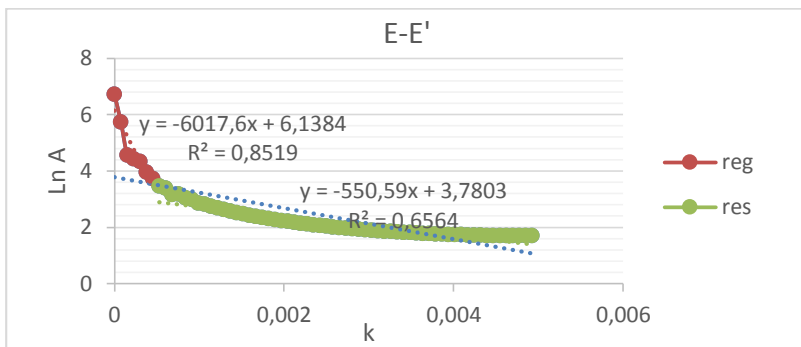


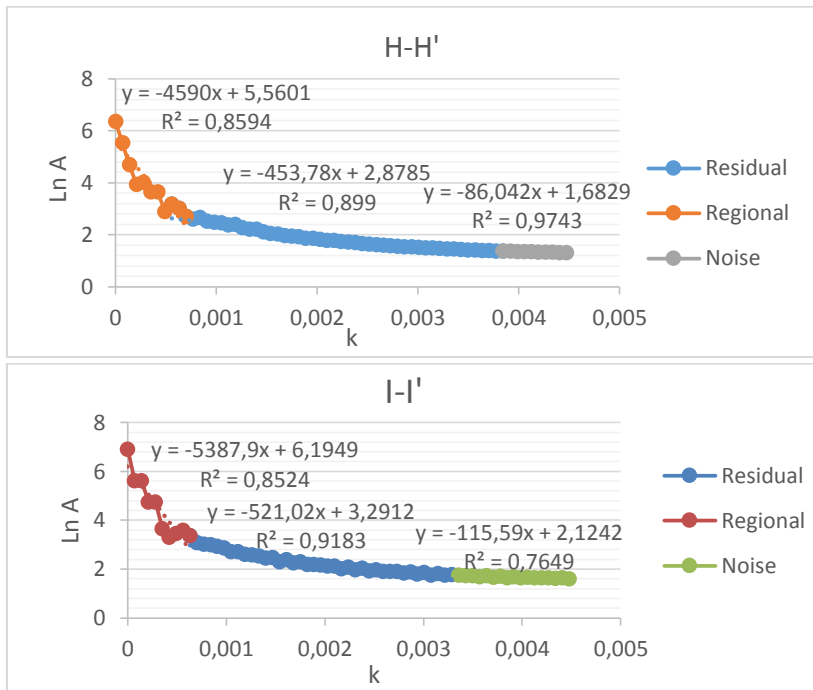
Gambar 4. 4 Peta Anomali Bouguer Lengkap dan penampang AA', BB', CC', DD', EE', FF', GG', HH', II' untuk analisis spektrum.

Dalam proses *filtering* hasil profil gaya berat, dalam satuan miligal didekati atau dianggap sebagai sebuah gelombang yang bersifat spasial sehingga dapat dilakukan proses filter layaknya sebuah gelombang digital. Dengan analisis spektrum dapat diketahui frekuensi dari data, sehingga kedalaman dari anomali gaya berat dapat diestimasi. Frekuensi rendah yang berasosiasi dengan panjang gelombang panjang mengindikasikan daerah regional yang mewakili struktur dalam dan luas. Sedangkan sebaliknya, frekuensi tinggi yang berasosiasi dengan panjang gelombang pendek mengindikasikan daerah residual (lokal) yang mewakili struktur dangkal.









Gambar 4. 5Plot $\ln A$ (*power*) terhadap bilangan gelombang untuk penampang AA', BB', CC', DD', EE', FF', GG', HH', II'.

Gambar 4.5 menunjukkan grafik hubungan antara amplitudo ($\ln A$) terhadap bilangan gelombang (k) pada masing-masing penampang. Dari masing-masing grafik diperoleh dua *gradient* garis utama yang mencerminkan dua kedalaman, yaitu regional dan residual. Grafik yang memiliki frekuensi rendah menggambarkan kedalaman yang lebih dalam (regional), sedangkan grafik dengan frekuensi tinggi mencerminkan kedalaman yang lebih dangkal (residual). Hasil dari analisis spektrum menunjukkan kedalaman anomali pertama adalah 5608.867 m yang diinterpretasikan sebagai kedalaman regional dan kedalaman anomali kedua adalah 464.9267 m yang diinterpretasikan sebagai batas antara batuan dasar (*basement*) dengan batuan sedimen.

Tabel 4. 1 Perhitungan nilai lebar jendela dan estimasi kedalaman

Regional					
	Cut off	2 pi	Delta x	N	D
Slice A-A'	0.000455	6.28	500	27.632	5461.7
Slice B-B'	0.000916	6.28	500	13.71133	5086.3
Slice C-C'	0.000758	6.28	500	16.5792	5649.4
Slice D-D'	0.00053	6.28	500	23.68457	7002.5
Slice E-E'	0.000455	6.28	500	27.632	6017.6
Slice F-F'	0.000985	6.28	500	12.75323	5224.7
Slice G-G'	0.000909	6.28	500	13.816	6059.7
Slice H-H'	0.000629	6.28	500	19.95644	4590
Slice I-I'	0.000629	6.28	500	19.95644	5387.9
				19.52458	5608.867

Residual					
	Cut off	2 pi	Delta x	N	D
Slice A-A'	0.001894	6.28	500	6.63168	358.87
Slice B-B'	0.003282	6.28	500	3.826419	595.25
Slice C-C'	0.003636	6.28	500	3.454	436.81
Slice D-D'	0.003939	6.28	500	3.188308	480.31
Slice E-E'	0.003939	6.28	500	3.188308	550.59
Slice F-F'	0.003788	6.28	500	3.31584	376.8
Slice G-G'	0.003333	6.28	500	3.768	410.91
Slice H-H'	0.003846	6.28	500	3.2656	453.78
Slice I-I'	0.003287	6.28	500	3.821447	521.02
				3.828845	464.9267

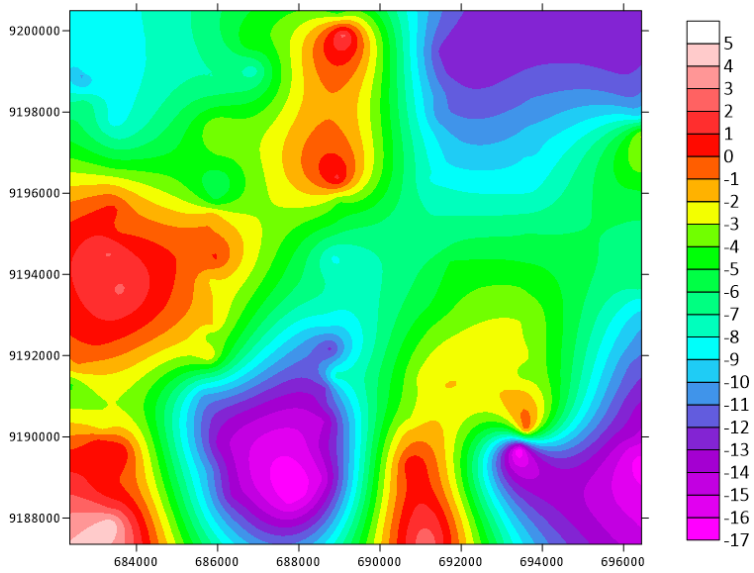
Pada tabel 4.1 menunjukkan beberapa hasil dari tahap pengolahan analisa spektrum, yaitu nilai *Cut off* atau merupakan titik pemisah antara frekuensi tinggi dan rendah, N adalah nilai lebar *window* yang akan digunakan untuk parameter input dalam proses pemisahan analisis regional dan residual, dan D adalah estimasi kedalaman yang didapat dari atau gradien hasil dari plot antara $\ln A$ dengan bilangan

gelombang k yang menyatakan estimasi kedalaman. Selain itu didapatkan pula nilai *cut off regional* dan *residual*, untuk nilai *cut off regional* lah yang akan digunakan untuk proses selanjutnya, dimana nilai ini akan dijadikan sebagai batas frekuensi rendah dalam melakukan *spectral decomposition*. Setelah didapatkan parameter-parameter tersebut kemudian dapat dilakukan tahap pemisahan anomali regional dan residual.

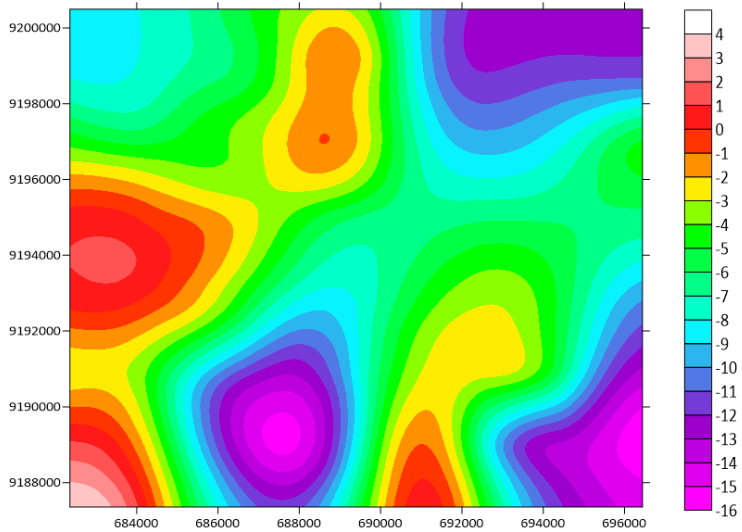
4.6 Pemisahan Anomali Regional dan Residual

Proses ini dilakukan karena nilai anomali bouguer lengkap yang telah didapat pada gambar 4.2 masih tercampur antara anomali regional dan residual, oleh karena itu harus dilakukan pemisahan anomali terlebih dahulu, pada penelitian ini jenis filter yang digunakan untuk melakukan pemisahan adalah metode *Moving Average*. Karena target dari penelitian ini adalah struktur dalam, maka target yang dicari dari metode ini adalah anomali regional.

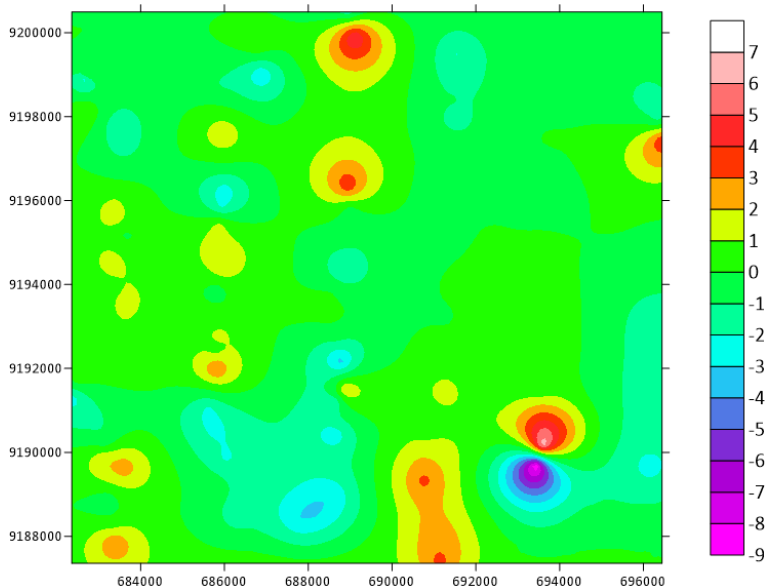
Pemisahan dengan metode *moving average* adalah dengan menghitung nilai anomali regional dengan merata-rata hasil anomali Bouguer lengkap. Anomali regional pada sebuah titik penelitian merupakan hasil perata-rataan dari anomali bouguer yang terdapat di sekitar titik penelitian. Sehingga nilai anomali regional dipengaruhi oleh nilai-nilai anomali di sekitar titik penelitian. Pada penelitian kali ini menggunakan dimensi 19×19 . Setelah didapatkan nilai anomali regionalnya, maka akan dapat dihitung nilai anomali residual dengan mengurangkan anomali regional pada anomali bouguer pada titik penelitian yang sama.



Gambar 4. 6Anomali Bouguer Lengkap



Gambar 4. 7Anomali Regional



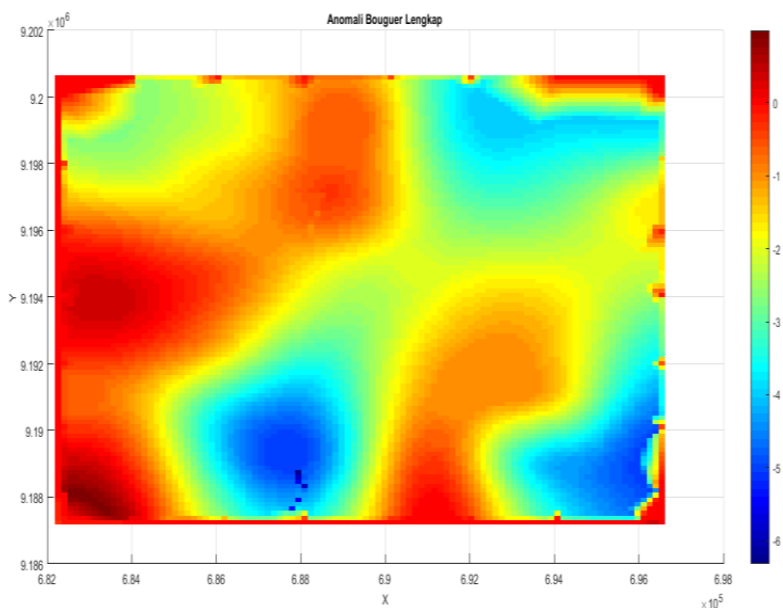
Gambar 4. 8 Anomali Residual

Pada gambar 4.6 dapat dilihat penampang anomali bouguer yang masih memiliki kontur yang tidak halus yang mencerminkan bahwa anomali bouguer lengkap merupakan superposisi dari anomali regional dan residual. Kemudian pada gambar 4.7 merupakan penampang dari anomali regional yang merupakan pengurangan dari anomali bouguer lengkap dengan anomali residual, sehingga dapat dilihat kontur yang dihasilkan lebih halus yang menandakan efek-efek dangkal dari residual telah dihilangkan. Sedangkan pada gambar 4.8 merupakan penampang dari anomali residual. Setelah didapat anomali regional, maka selanjutnya digunakan sebagai input tahap *Spectral Decomposition*.

4.7 *Spectral Decomposition*

4.7.1 *Input Data*

Tahap ini dilakukan untuk memasukkan informasi-informasi yang akan digunakan dalam *tahap spectral decomposition*. Informasi yang dimasukkan berupa nilai x (lokasi horisontal), y (lokasi vertikal/kedalaman), dan z (nilai CBA) yang sudah disalin dan disimpan dalam format *xlsx*.



Gambar 4. 9 Hasil data input anomali bouguer lengkap

Pada tahap *spectral decomposition* diperlukan data masing-masing *pixel* dari penampang anomali regional, sehingga terlebih dahulu anomali regional yang awalnya dalam format .grd di *export* kedalam *format* .dat sehingga didapatkan informasi nilai x,y,x dari masing- masing *pixel* penyusun anomali regional. Dari anomali regional tersebut, didapatkan *pixel* dimensi sebesar 787 x 572. Kemudian dari nilai yang telah didapat, dijadikan *input* dalam program Matlab. Pada tahap ini, digunakan juga operasi konvolusi atau perkalian matriks data dengan matriks kernel/filter. Dimana matriks yang digunakan harus berupa matriks persegi, sehingga harus dilakukan penskalaan ulang data. Pada penelitian ini data dilakukan penskalaan ulang hingga didapat *pixel* dimensi berukuran 100x100 seperti pada gambar 4.9.

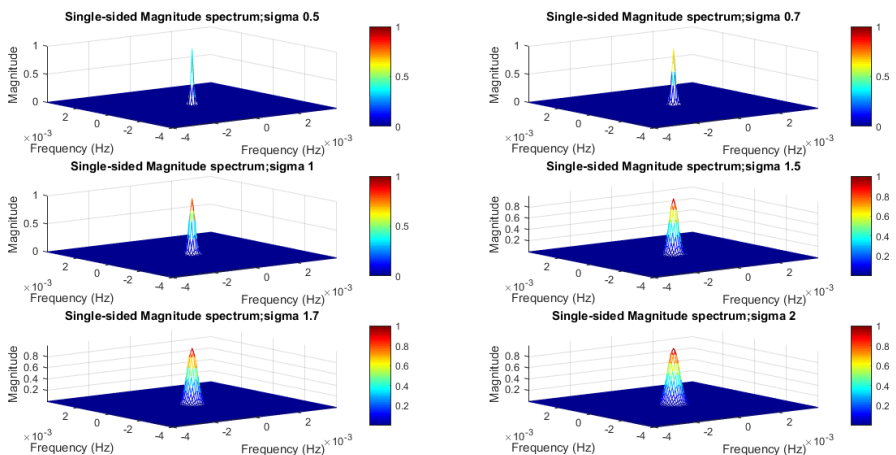
4.7.22D Fast Fourier Transform

Respon gaya berat yang didapat sebelumnya dimana masih dalam *domain* spasial, kemudian ditransformasikan ke dalam *domain* bilangan gelombang melalui fungsi *fft* dengan bantuan Matlab 2016.

4.7.3 Filter Frekuensi

Filter yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu *lowpass filter* dengan menggunakan operator filter gaussian. Filter ini dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa filter ini mempunyai pusat kernel. Output dari filter gaussian adalah pembobotan rata-rata dari setiap *input* piksel, dengan pembobotan rata-rata lebih ke arah nilai piksel pusat. Oleh karena itu, pemilihan filter ini menghasilkan output yang lebih halus dan mempertahankan tepi lebih baik daripada filter lain dengan ukuran sama. Operator filter gaussian memiliki beberapa parameter yang harus diatur yaitu nilai dari ukuran filter dan nilai standar deviasi σ (sigma). Namun pada penggunaan filter ini, untuk ukuran filter diatur dengan nilai default dimana nilai ini akan mengikuti nilai dari standar deviasi dengan rumus $2\text{ceil}(2*\sigma)+1$. Sedangkan untuk nilai sigma digunakan nilai 0.5,0.7,1,1.5 dan 2.

Sebelumnya harus diingat bahwa filter gaussian berfungsi sebagai filter low-pass pada domain frekuensi. Dimana nilai frekuensi *cut-off* tergantung pada skala filter Gaussian dan ukuran filter gaussian tergantung pada nilai sigma yang diberikan, kali ini penentuan nilai sigma didasari pada apa yang telah didapat dari hasil analisa spektrum pada tahap sebelumnya, dimana pada tahap tersebut didapatkan batas anomali rendah ada pada frekuensi 0.0008 dan batas antara anomali rendah dan tinggi adalah 0.00045 sehingga batas sigma yang memenuhi frekuensi tersebut adalah sigma 2.



Gambar 4. 10 Filter gaussian 2D

Ketika dilakukan penambahan nilai sigma, maka akan mendapatkan matriks gaussian baru yang lebih luas. Hal tersebut karena adanya proses konvolusi dalam

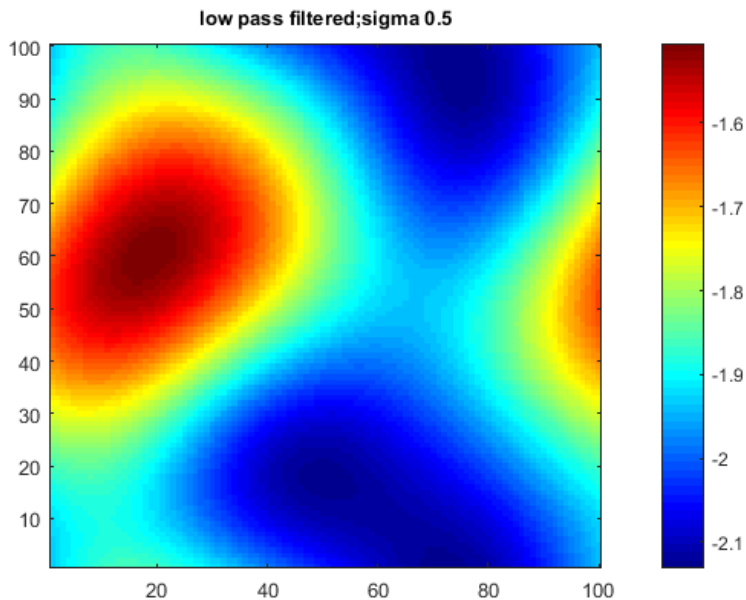
filter gaussian, dimana konvolusi dengan filter gaussian adalah operasi linear, sehingga konvolusi dengan kernel Gaussian diikuti oleh konvolusi dengan kernel Gaussian yang setara dengan konvolusi kernel yang lebih luas. Ukuran kernel harus meningkat dengan meningkatnya nilai σ untuk mempertahankan sifat Gaussian dari filter. Dapat dilihat pada gambar 4.10 nilai sigma yang diberikan akan mempengaruhi lebar cakupan frekuensi yang dapat diloloskan. Semakin besar nilai sigma, maka akan semakin besar ukuran matriks kernel dan nilai cakupan frekuensi yang diloloskan.

4.7.4 Transformasi Fourier Balik

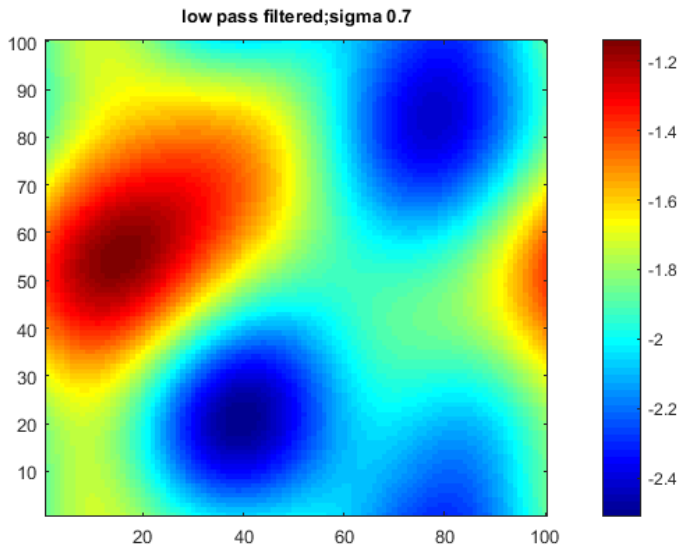
Tahap ini dilakukan untuk mengembalikan data pada *domain* frekuensi yang telah dilakukan filter gaussian kembali dalam *domain* spasial. Hal ini dilakukan untuk memudahkan proses interpretasi hasil dari masing-masing parameter filter yang digunakan

4.7.5 Spectral Decomposition

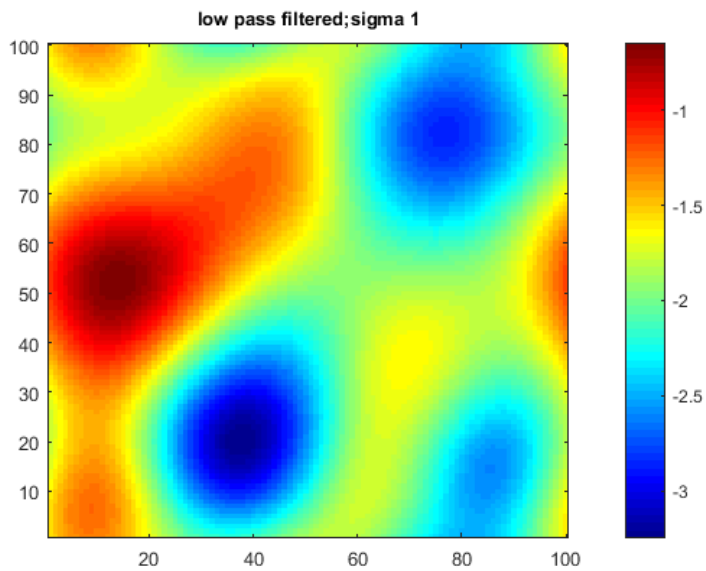
Tahap ini merupakan visualisasi dari hasil *filtering* yang telah dilakukan transformasi fourier balik



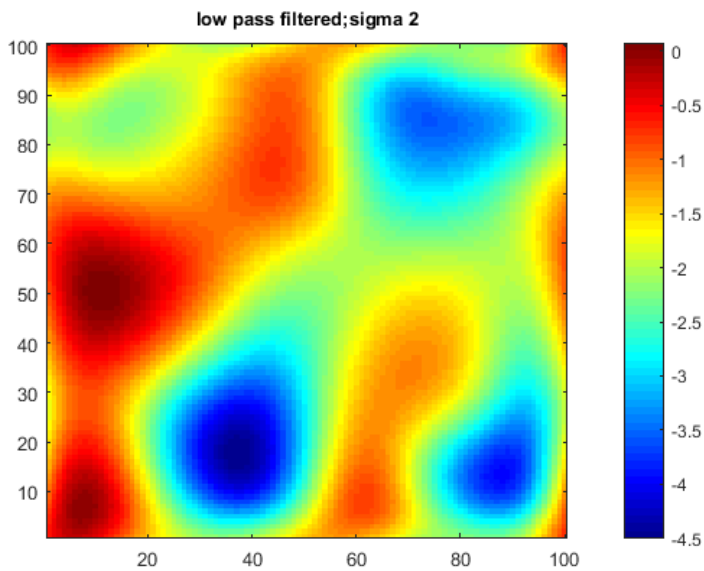
Gambar 4. 11 Hasil Filter Gaussian, sigma =0.5



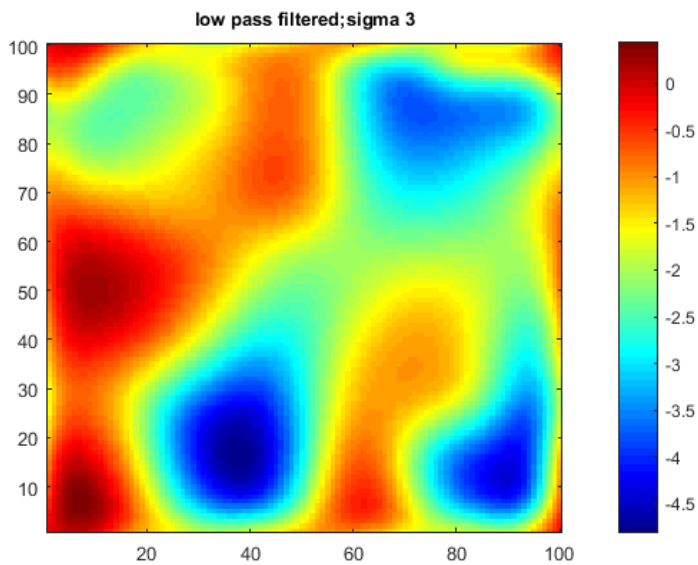
Gambar 4. 12 Hasil Filter Gaussian, sigma = 0.7



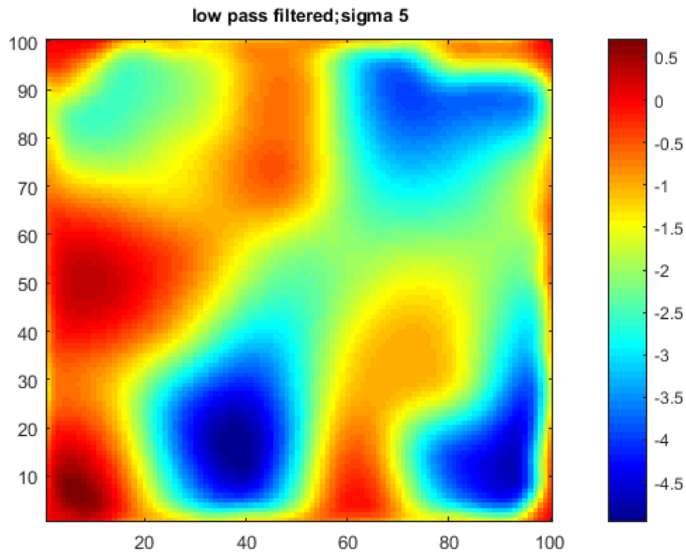
Gambar 4. 13 Hasil Filter Gaussian, sigma =1



Gambar 4. 14 Hasil Filter Gaussian, sigma =1.5



Gambar 4. 15 Hasil Filter Gaussian, sigma =1.7



Gambar 4. 16 Hasil Filter Gaussian, sigma =2

Dapat dilihat pada gambar 4.12 penampang anomali yang didapatkan dari hasil filter gaussian dengan sigma 0.7 memiliki bentukan anomali hasil respon /profil gaya berat berupa bentukan profil gaya berat yang sebagian besar dipengaruhi oleh model bentukan model densitas bagian dalam. Jika dihubungkan dengan logika geologi, dimana karakteristik batuan dibawah permukaan secara geologi semakin dalam akan semakin homogen dan semakin ke permukaan akan semakin heterogen. Kemudian juga jika diperhatikan dari gambar 4.11 sampai 4.16 dimana semakin besarnya nilai sigma menunjukkan penampang anomali yang semakin menyerupai nilai CBA, hal ini menunjukkan bahwa semakin besar pengaruh residual didalam anomali regional yang dihasilkan seiring dengan besarnya nilai sigma.

Besarnya nilai sigma dengan nilai bilangan gelombang menunjukkan hal yang berkebalikan dimana semakin tinggi nilai panjang gelombang maka semakin besar nilai sigma dan semakin lebar pula lebar cakupan frekuensi yang dapat diloloskan. Secara fisis, semakin besar cakupan frekuensi yang diloloskan, maka semakin dangkal penampang anomali regional yang dihasilkan, karena panjang gelombangnya yang semakin tinggi. Penjalaran gelombang yang semakin dalam akan menyebabkan hilangnya kandungan frekuensi tinggi sehingga hanya kandungan frekuensi rendah saja yang mampu menjalar lebih dalam. Sehingga didapatkan hubungan besar nilai sigma terhadap kedalaman yaitu berbanding lurus.

Pada hasil *spectral decomposition* terlihat adanya kontras densitas yang mulai dapat ditemukan pada sigma 0.5 dan tetap terlihat sampai dengan sigma 2, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *spectral decomposition* pada pembacaan anomali gaya berat dapat membantu interpreter dalam penentuan struktur bawah permukaan terutama pada penentuan kedalaman penyebab anomali dan dapat memberikan informasi anomali dengan arah yang jelas.

4.7.6 Perhitungan Nilai Kedalaman

Nilai kedalaman dari tiap profil gaya berat hasil filter diperoleh dari 1/10 kali panjang gelombang yang digunakan sebagai nilai cut off filter profil gaya berat tersebut (Pradana, 2017). Dari masing-masing sigma akan didapatkan panjang gelombang yang berbeda pula, sehingga akan didapatkan beberapa nilai kedalaman dari hasil filter.

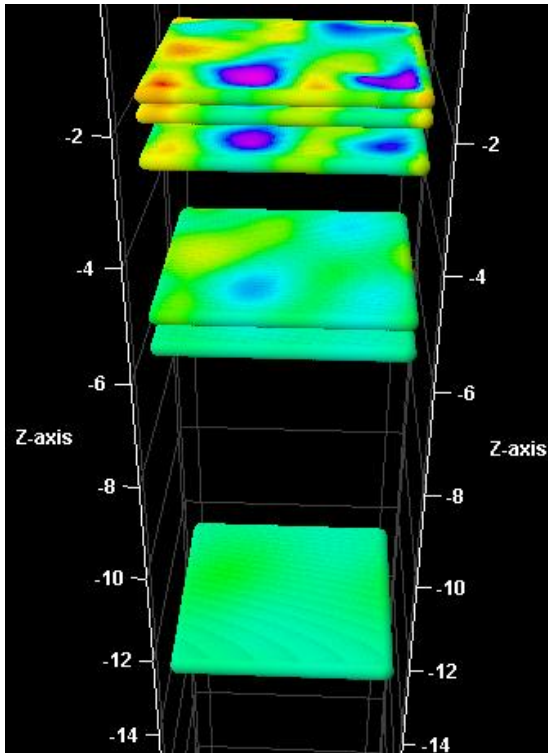
Tabel 4. 2. Nilai kedalaman

No	Sigma	Frequency (Hz)	Lambda (m)	1/10 lambda (m)
1	0.5	0.00008	12500	1250
2	0.7	0.00018	5555.555556	555.5555556
3	1	0.0002	5000	500
4	1.5	0.00025	4000	400
5	1.7	0.0003	3333.333333	333.3333333
6	2	0.00035	2857.142857	285.7142857

Dapat dilihat pada tabel 4.2 untuk parameter kedalaman yang digunakan dalam penyusunan adalah anomali regional $ZDEPTH = 1.25$ km untuk daerah target anomali dalam, anomali sisa $ZDEPTH = 0.5$ km untuk target yang lebih rendah, dan anomali sisa atas $ZDEPTH = 0.285$ km untuk target anomali dangkal. Parameter $ZDEPTH$ akan digunakan untuk penyusunan profil gaya berat hasil dari *spectral decomposition* pada kedalaman yang sesuai. Dikarenakan spasi titik pengukuran yang digunakan pada penelitian ini berukuran semi regional dengan rata-rata spasi pengukuran kurang lebih 500 m, maka model yang dihasilkan terbatas hingga kedalaman kurang dari 2 kilometer.

4.7.7 Peta Profil Gaya Berat

Dari masing-masing hasil filter maka akan didapatkan penampang yang kemudian sudah memiliki informasi kedalaman dan disusun berdasar nilai kedalamannya seperti pada gambar 4.17.

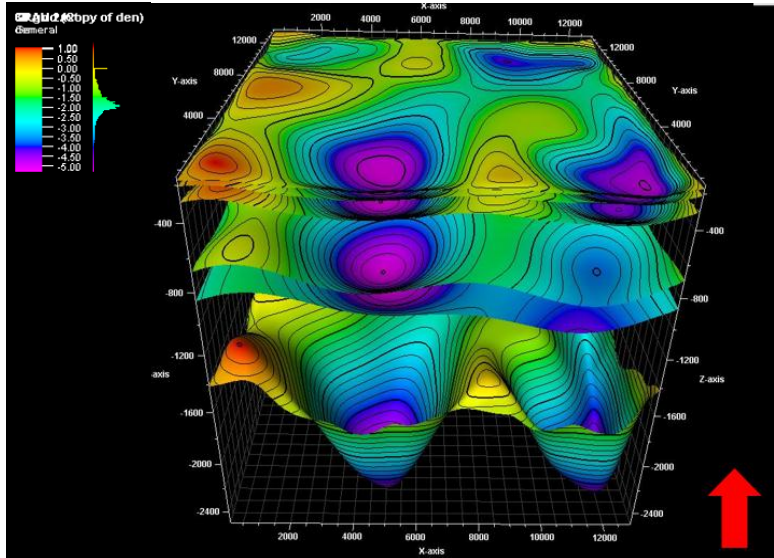


Gambar 4. 17 Penyusunan penampang gaya berat berdasar kedalaman

Dapat dilihat bahwa pada gambar 4.17 anomali yang didapat sudah memiliki nilai kedalaman namun nilai kedalaman tersebut hanya berlaku untuk tiap *filter* sehingga belum memiliki bentukan yang masih flat atau dapat dikatakan belum memiliki informasi kedalaman untuk tiap nilai datanya, untuk itu tahap selanjutnya adalah melakukan tahap normalisasi.

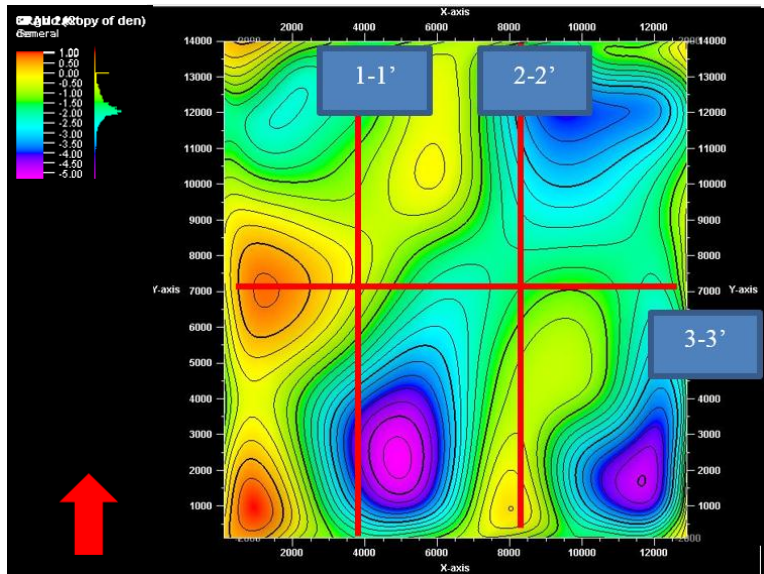
4.7.8 Normalisasi Data

Data yang telah didapatkan dari proses *spectral decomposition* ini akan menghasilkan nilai kedalaman untuk tiap-tiap penampang anomali. Namun nilai kedalaman tersebut masih hanya didasari pada satu nilai kedalaman masing-masing hasil filter saja, sehingga perlu dilakukan proses lebih lanjut untuk membawa anomali kedalam nilai kedalaman yang sesuai untuk tiap datanya.



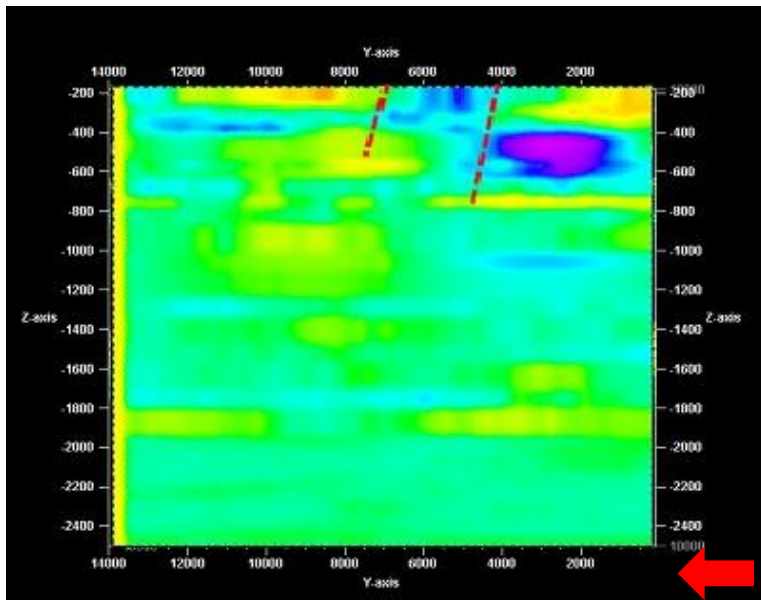
Gambar 4. 18 Normalisasi Penampang

Pada gambar 4.18 menunjukkan bahwa pemberian skala normalisasi sebesar nilai kedalaman pada tiap profil gaya berat akan memberikan hasil penampang yang sesuai mengikuti geometri bawah permukaan. Untuk melakukan pengisian nilai densitas pada model dapat dilakukan dengan melakukan inversi pada tiap profil gaya berat yang tidak dilakukan pada penelitian ini. Setelah dilakukan normalisasi data, maka selanjutnya dilakukan pembuatan sayatan untuk mendapatkan penampang vertikal dari penampang anomali. Penampang 3D yang dilakukan pada penelitian ini hasil dari *automatic* pada program *geostatistical modeling* pada petrel, sehingga didapatkan hasil yang masih kurang halus.



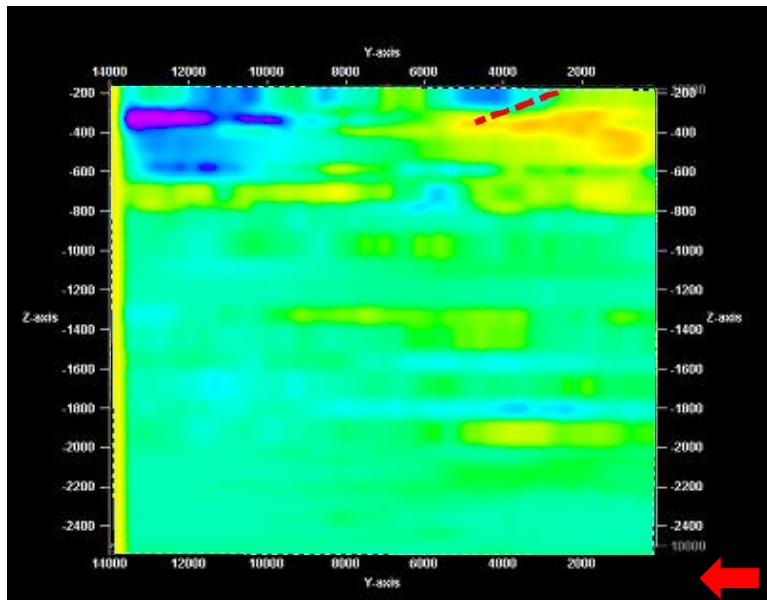
Gambar 4. 19 Penampang Sayatan

Secara keseluruhan, yang dapat terlihat dari hasil proses filtering adalah 3 kelompok anomali, yaitu anomali positif, sedang, dan rendah yang terlihat menerus dalam setiap grid profil gaya berat dan semakin jelas pada kedalaman dangkal (Gambar 4.18). Untuk anomali positif diidentifikasi sebagai antiklin berarah barat timur. Kemudian untuk anomali rendah diinterpretasikan sebagai akumulasi batuan sedimen yang cukup tebal sampai tebal yang menutupi sebagian besar daerah penelitian sedangkan untuk anomali sedang merupakan daerah aluvial yang tidak terlalu tebal. Dapat ditemukan beberapa kontras nilai gaya berat yang memisahkan tinggian dan rendahan anomali yang kemungkinan disebabkan oleh adanya sesar regional. Pada kontras nilai anomali gaya berat yang ditemukan kemudian dilakukan sayatan untuk mengetahui penampang vertikal nya. Pada Gambar 4.19 dilakukan 3 sayatan untuk mengetahui penampang cross section dengan arah Utara-Selatan, Barat-Timur. Hasil penampang ditunjukkan pada gambar 4.20, gambar 4.21 dan gambar 4.22.



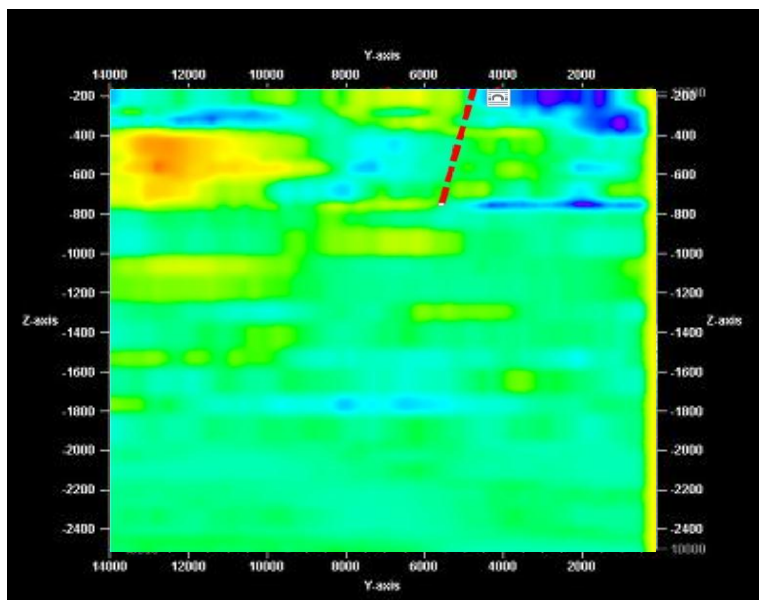
Gambar 4. 20 Hasil Penampang 1-1'

Pada gambar 4.20 untuk sayatan 1-1' dengan arah utara-selatan dapat dilihat bahwa daerah penelitian ditemukan ada beberapa kontras densitas, yang ditunjukkan dengan garis putus-putus merah memiliki tren arah barat timur yang terletak pada kedalaman 200-800 meter.



Gambar 4. 21 Hasil Penampang 2-2

Pada Gambar 4.21 untuk sayatan 2-2' dapat dilihat bahwa daerah penelitian ditemukan ada kontras nilai yang ditunjukkan dengan garis putus-putus merah yang terletak pada kedalaman 200-800 meter dimana letaknya lebih dangkal dari sesar pada gambar 4.20. Pada section ini dugaan yang dapat diberikan yaitu adanya patahan lokal yang kemudian data ini diperkuat oleh (Riyantiyo and Widodo, 2017) yaitu terdapat patahan turun dengan arah utara – selatan dan terlihat kemenerusannya.



Gambar 4. 22 Hasil Penampang 3-3'

Pada gambar 4.22 untuk sayatan 3-3' ini letaknya berpotongan dengan sayatan 1-1' dan 2-2'. Dapat ditemukan ada kontras densitas yang ditunjukkan dengan garis putus-putus merah yang terletak pada kedalaman 100-400 meter dengan arah utara-selatan dan berpotongan dengan indikasi patahan yang ada pada sayatan 2-2', sehingga untuk sayatan 3-3' ini memberikan informasi yang memperkuat dugaan adanya patahan lokal berarah utara-selatan pada daerah penelitian

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Parameter filter yang sesuai yang dapat diaplikasikan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan filter gaussian dengan parameter nilai sigma bervariasi adalah 0.5, 0.7, 1, 1.5, 1.7 dan 2
2. Hasil dekomposisi berdasarkan filter gaussian menunjukkan kemampuannya untuk memisahkan sumber anomali sesuai dengan kedalaman sumber target dan dapat memberikan gambaran struktur bawah permukaan kota Surabaya yang di indikasi sebagai patahan

5.2 Saran

1. Melakukan *geostatical nodeling* untuk mendapatkan model densitas 3D yang lebih *smooth*
2. Melakukan pengisian nilai densitas pada model dapat dilakukan dengan melakukan inversi pada tiap profil gaya berat

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

DAFTAR PUSTAKA

- A'la, M.R. 2016. Pemodelan Anomali Gaya berat Daerah Manifestasi Panasbumi Parangwedang Bantul DIY. Skripsi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Bahri, S., Madlazim, M., 2012. Pemetaan Topografi, Geofisika dan Geologi Kota Surabaya. J. Penelit. Fis. Dan Apl. JPFA 2, 23–28.
- Biswas, A., 2015. Interpretation of residual gravity anomaly caused by simple shaped bodies using very fast simulated annealing global optimization. Geosci. Front. 6, 875–893.
- Fedi, M., Quarta, T., 1998. Wavelet analysis for the regional-residual and local separation of potential field anomalies. Geophys. Prospect. 46, 507–525.
- Frifita, N., Arfaoui, M.S., Zargouni, F., 2016. Relationship between surface and subsurface structures of the northern Atlas foreland of Tunisia deduced from regional gravity analysis. J. Geophys. Eng. 13, 634. <https://doi.org/10.1088/1742-2132/13/4/634>
- Fulltext, n.d.
- Gultom, M.J., Wiranda, G., Warnana, D.D., Lestari, W., Syaifuddin, F., Rochman, J.P.G.N., Widodo, A., 2018. N-SPT and Transverse Resistance Correlation Using SPT and Geoelectric Data in Gunung Anyar. Presented at the EAGE-HAGI 1st Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience and Engineering. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201800420>
- Guo, L., Meng, X., Chen, Z., Li, S., Zheng, Y., 2013. Preferential filtering for gravity anomaly separation. Comput. Geosci. 51, 247–254.
- Handyarso, A., Kadir, W.G.A., 2017. Gravity Data Decomposition Based on Spectral Analysis and Halo Wavelet Transform, Case Study at Bird's Head Peninsula, West Papua. J. Eng. Technol. Sci. 49, 423–437.
- Hinze, W., R.B. vonFrese, R., Saad, A., 2013. Gravity and Magnetic Exploration, Principles, Practices, and Applications by Hinze, vonFrese and Saad, 2013.
- Indriana, R.D., 2008. Estimasi Ketebalan Sedimen dan Kedalaman Diskontinuitas Mohorovicic Daerah Jawa Timur dengan Analisis Power Spectrum Data Anomlai Gravitasi. Berk. Fis. 11, 67–74.
- Jannah, A., 2008. Analisis perbandingan metode filter gaussian, mean dan median terhadap reduksi noise salt and peppers (PhD Thesis). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Kassab, A., 2013. Image Enhancement Methods and Implementation in MATLAB.
- Lestari, W., Widodo, A., Warnana, D.D., Syaifuddin, F., Utama, W., Rochman, J.P.G.N., 2018. Mapping of Kendeng Thrust Active Fault in East Java using Magnetotelluric Method. Presented at the EAGE-HAGI 1st Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience and Engineering. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201800424>
- Mandal, A., Niyogi, S., Franck Eitel, K.G., 2017. A Comparative study on trend surface analysis (TSA), wavelet filtering and bi-dimensional empirical

- mode decomposition (BEMD) for gravity anomaly separation, in: SEG Technical Program Expanded Abstracts 2017. Society of Exploration Geophysicists, pp. 1791–1796.
- Muhammad, N.R., Lestari, W., Syaifuddin, F., 2017. Analisa Struktur Regional Penyebab Gempa dan Tsunami Berdasarkan Anomali Gravitasi dan Dinamika Lempeng. J. Geosaintek 3, 75–82. <https://doi.org/10.12962/j25023659.v3i2.2960>
- PONGKOR, D.P.E., BARAT, J., n.d. ANALISIS SPEKTRUM DATA GRAVITASI PADA.
- Pradana, F.H., 2017. Aplikasi Metode Spectral Decomposition pada Data Gaya Berat: Studi Kasus Pemodelan Zona Subduksi Bagian Timur Pulau Jawa (PhD Thesis). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Riyantiyo, N.D., 2017. Identifikasi Patahan Lokal Menggunakan Analisa Mikrotremor (Studi Kasus: Patahan Lokal Sungai Surabaya) (Undergraduate). Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Riyantiyo, N.D., Widodo, A., 2017. Identifikasi Patahan Lokal Menggunakan Metode Mikrotremor 6, 5.
- Rochman, J.P.G.N., Warnana, D.D., Syaifuddin, F., Lestari, W., Mahsa, A., 2018. Application of Gravity Method for Local Geological Structures Identification in Surabaya. Presented at the EAGE-HAGI 1st Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience and Engineering. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201800437>
- Sari, I.P., 2012. Study Komparasi Metode Filtering Untuk Pemisahan Regional dan Residual Dari Data Anomali Bouger. Skripsi Prodi Fis. FPMIPA Univ. Indones. Depok.
- Setiawan, M.R., Setiawan, A., 2017. Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Zona Subduksi dan Busur Gunungapi Jawa Timur berdasarkan Analisis Data Gravitasi. J. Fis. Indones. 19. <https://doi.org/10.22146/jfi.27092>
- Shaikh, M.S., Choudhry, A., Wadhwani, R., 2016. Analysis of Digital Image Filters in Frequency Domain. Analysis 140.
- Supriyadi, Khumaedi, Qudus, N., Wibowo, P.A., Gunawan, D., 2017. Strategy implementation time lapse microgravity method for monitoring subsidence. p. 020057. <https://doi.org/10.1063/1.4976921>
- Tarmidzi, F., Setyawan, A., 2013. Aplikasi Metode Bidimensional Emperical Mode Decomposition (Bemd) untuk Data Gayaberat Gunung Ungaran, Indonesia. Youngster Phys. J. 2, 151–160.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys, D.A., 1976. Applied Geophysics, 860. Cambridge University Press, New York.
- Xu, Y., Hao, T., Li, Z., Duan, Q., Zhang, L., 2009. Regional gravity anomaly separation using wavelet transform and spectrum analysis. J. Geophys. Eng. 6, 279.

LAMPIRAN

a. Kumpulan Script

```
clc; clear all;

ks = 1/100;
% Ts=1/Fs;
data = dlmread('Slice1.dat','');
dx = data(:,4);
x = data(:,3);
N=length(dx)
figure (1)
plot (dx,x)

A = log(abs(fft(x)));
BanyakKotak = (0 : N-1);
k = BanyakKotak*(ks/N);

SingleSide = ceil(N/2);
figure (2)
plot(k(1:SingleSide), (A(1:SingleSide)))
xlabel('k')
ylabel('lnA');
```

Script 1. Analisa Spektrum

```
%-----Tugas Akhir-----
%---Almira Mahsa,03411440000068-----
%---Departemen Teknik Geofisika-----
%---Institut Teknologi Sepuluh Nopember-----
%-----2018-----

clc
close all
clear all

%Input Data XYZ
num = xlsread('Data_Export_CBA.xlsx');
longitude = num(:,1);
```

```

latitude = num(:,2);
EE = num(:,end);
F = scatteredInterpolant(longitude, latitude, EE);
min_long = min(longitude);
min_lat = min(latitude);
max_long = max(longitude);
max_lat = max(latitude);
proj_long = linspace(min_long, max_long, 100);
proj_lat = linspace(min_lat, max_lat, 100);
[PROJ_LONG, PROJ_LAT] = ndgrid(proj_long,
proj_lat);
PROJ_EE = F(PROJ_LONG, PROJ_LAT);
surf(PROJ_LONG, PROJ_LAT, PROJ_EE, 'edgecolor',
'none');
MI=PROJ_EE; %matrix input;

%FFT matrix data
x = proj_lat;
y = proj_long;
[X,Y] = meshgrid(x,y);
Z = exp(1i*pi/4*(X+Y));
Z = real(Z);
imagesc(Z);
Zdft = fftshift(fft2(Z));
imagesc(abs(Zdft))
Zdft(71,71)

% Input data untuk file gambar
% % RGB=imread('Input_cba_355.png');
% I=rgb2gray(RGB); % convert the image to grey
% I2 = (imresize(I, [50 NaN])); %resize image

%FFT
A= fft2(double(MI)); % compute FFT of the grey
image
M1=fftshift(A); % frequency scaling

%Plotting Frequency Spectrum
bin_vals = [0 : 100-1]; %N=matriks
N_2 = ceil(100/2);

```

```

    fax_Hz = (bin_vals-N_2)*0.004/50; %1/periode
sampling
    X2=fax_Hz;
    Y2=fax_Hz;X2=fax_Hz;
    Y2=fax_Hz;

    % Gaussian Filter Response Calculation
    [M, S]=size(PROJ_EE); % image size
    R=1; % (sigma)
    X=0:S-1;
    Y=0:M-1;
    [X, Y]=meshgrid(X,Y);
    Cx=0.5*S;
    Cy=0.5*M;
    %Untuk lowpass filter
    Lo=exp(-(X-Cx).^2+(Y-Cy).^2)./(2*R).^2);

    % Gaussian Filter
    [M, S]=size(MI); % image size
    R=2; % (standart deviation;sigma)
    X=0:S-1;
    Y=0:M-1;
    [X, Y]=meshgrid(X,Y);
    Cx=0.5*S;
    Cy=0.5*M;
    %lowpass filter
    Lol=exp(-(X-Cx).^2+(Y-Cy).^2)./(2*R).^2);

    % Gaussian Filter Response Calculation
    [M, S]=size(MI); % image size
    R=3; % filter size parameter (sigma)
    X=0:S-1;
    Y=0:M-1;
    [X, Y]=meshgrid(X,Y);
    Cx=0.5*S;
    Cy=0.5*M;
    %lowpass filter
    Lo2=exp(-(X-Cx).^2+(Y-Cy).^2)./(2*R).^2);

    % Gaussian Filter Response Calculation
    [M, S]=size(MI); % image size
    R=5; % filter size parameter (sigma)

```

```

X=0:S-1;
Y=0:M-1;
[X, Y]=meshgrid(X,Y);
Cx=0.5*S;
Cy=0.5*M;
%lowpass filter
Lo3=exp(-( (X-Cx).^2+(Y-Cy).^2)./(2*R).^2);

% Filtered image=ifft(filter response*fft(original
image))
J1=M1.*Lo;
Ja1=ifftshift(J1);
B0=ifft2(Ja1);
BR= reshape(B0',[],1);

J2=M1.*Lo1;
Ja2=ifftshift(J2);
B1=ifft2(Ja2);
BR1= reshape(B1',[],1);

J3=M1.*Lo2;
Ja3=ifftshift(J3);
B2=ifft2(Ja3);
BR2= reshape(B2',[],1);

J4=M1.*Lo3;
Ja4=ifftshift(J4);
B3=ifft2(Ja4);
BR3= reshape(B3',[],1);

%-----visualizing the results-----

%Graphics
figure(1)
subplot(2,2,1) %run ke 2
mesh(X2,Y2,Lo), colormap('jet') %run ke 2
zlabel('Magnitude')
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Frequency (Hz)');
title('Single-sided Magnitude spectrum;sigma 1');

```

```

axis tight

subplot(2,2,2)
mesh(X2,Y2,Lo1), colormap ('jet')
zlabel('Magnitude')
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Frequency (Hz)');
title('Single-sided Magnitude spectrum;sigma 1.5');
axis tight

subplot(2,2,3)
mesh(X2,Y2,Lo2), colormap ('jet')
zlabel('Magnitude')
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Frequency (Hz)');
title('Single-sided Magnitude spectrum;sigma 3');
axis tight

subplot(2,2,4)
mesh(X2,Y2,Lo3), colormap ('jet')
zlabel('Magnitude')
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Frequency (Hz)');
title('Single-sided Magnitude spectrum;sigma 5');
axis tight

figure (2)
imshow(abs(M1),[-12 300000]), colormap ('jet')
title('FFT','fontsize',10)
colorbar('SouthOutside')

figure (3)
surf(PROJ_LONG, PROJ_LAT, PROJ_EE, 'edgecolor',
'none');
title('Anomali Bouguer Lengkap','fontsize',10)
xlabel('X','FontSize',10);
ylabel('Y','FontSize',10);

figure (4)
imagesc (B0)
title('low pass filtered;sigma 1','fontsize',10)

```

```

% colorbar('SouthOutside')

figure (5)
imagesc (B1)
title('low pass filtered;sigma 1.5','fontsize',10)
% colorbar('SouthOutside')

figure (6)
imagesc (B2)
title('low pass filtered;sigma 3','fontsize',10)
% colorbar('SouthOutside')

figure (7)
imagesc (B3)
title('low pass filtered;sigma5','fontsize',10)
% colorbar('SouthOutside')

```

Script 2. Specdecom Gaussian

BIODATA PENULIS



Almira Mahsa, lahir di Surabaya pada 29 Oktober 1996 dan merupakan anak pertama dari 4 (empat) bersaudara dari Bapak Cahyo Eko Pratomo (Alm) dan Ibu Siti Noerdjannah. Penulis menempuh pendidikan di SD Muhammadiyah 4 Surabaya (2002-2008), SMP Muhammadiyah 1 Sidoarjo (2008-2011), dan SMA Muhammadiyah 2 Sidoarjo (2011-20014). Pada tahun 2014, penulis diterima berkuliah di Departemen Teknik Geofisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama menjadi mahasiswa penulis juga aktif dalam organisasi keprofesian diantaranya Staff Divisi PSDM HMTG ITS (2015-2016), Sekertaris Departemen divisi PSDM HMTG ITS (2016-2017), Kepala Divisi Akademika, Lembaga Dakwah Jurusan AL-ARDH Teknik Geofisika ITS (2016-2017), Ketua Divisi Riset dan Teknologi Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia (2017-2018) dan juga menjadi Student Volunteer HAGI-IAGI-IATMI-IAFMI Join Convention Malang. Selain itu penulis juga aktif dalam kegiatan pelatihan, field trip, dan penelitian diantaranya *Petrophysics Training* HMTG 2015, *Petroleum Industrial Training* UGM 2016, Basic Seismic Processing Training AAPG ITS 2016, Sepuluh Nopember Youth Camp, Field Camp Basic Petroleum Geology Kulonprogo, Geologi UGM 2017, Magnetotelluric Training- Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia 2018,

Di bidang keilmiahan, penulis juga aktif mengikuti beberapa kegiatan diantaranya menjadi *Poster Presenter* pada 2nd South Asean Geosciences Student Conference 2016, *Poster Presenter* pada 6th ITB International Geothermal Workshop 2017, co-Author EAGE-HAGI 1st Asia Pacific meeting on Near Surface Geoscience & Engineering 2018 dan *Oral Presenter* pada 42nd Indonesian Petroleum Association Convention and Exhibition 2018, dan juga melakukan beberapa penelitian tentang Persebaran Air Lindi pada TPA Ngipik- Gresik, penelitian tentang Rock Physics evaluation Gunung Arjuno-Welirang, tim akuisisi metode gaya berat dan magnetik di Gunung Ijen. Penulis juga pernah menjadi Asisten Laboratorium Petrofisik (2015-2017) dan Asisten Laboratorium Geofisika Eksplorasi (2018). Selama perkuliahan penulis memiliki *passion* pada bidang keahlian panas bumi dan petrofisika.

Prestasi yang pernah diraih oleh penulis yakni Juara 1 Basket Putri pada Olimpiade FTSP 2015, Juara 1 Futsal Putri pada SPARTAN FTSP 2016, 8th Places

Best menjadi *Poster Presenter* pada 2nd South Asean Geosciences Student Conference 2016, Juara 1 Futsal Putri pada Dies Natalies 57th ITS 2017.

Apabila ingin berdiskusi lebih dalam terkait Tugas Akhir atau hal yang lain, dapat menghubungi penulis melalui alamat email almiramahsa9@gmail.com serta melalui nomor telepon 085646087878. Sekian dan terima kasih.

